Lavoisier und seine Vorläufer.

Eine historisch-kritische Studie.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

GENEHMIGT

VON DER PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

DER

FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT ZU BERLIN.

Von

Diplom-Ingenieur **Max Speter**

aus Bistritz (Siebenbürgen).

Tag der Promotion: 11. Mai 1910.

152

Lavoisier und seine Vorläufer.

Eine historisch-kritische Studie.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

GENEHMIGT

VON DER PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

DER

FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT ZU BERLIN.

Von

Diplom-Ingenieur **Max Speter**

aus Bistritz (Siebenbürgen).

ACAD.
LABOR. BAT.
BERL.

Tag der Promotion: 11. Mai 1910.

Referenten:
Professor Dr. H. LANDOLT †.
Professor Dr. W. NERNST.

Mit Genehmigung der hohen Fakultät kommt hier nur der erste Teil der ganzen Arbeit zum Abdruck. Die Gesamtarbeit mit dem Reste (die Anmerkungen enthaltend) erscheint gleichzeitig in der Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge, Bd. XV.

Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft in Stuttgart.

Verlag von Ferdinand Enke in Stuttgart.

Herrn Prof. Dr. R. J. MEYER

in Dankbarkeit gewidmet

VOM VERFASSER.

Inhalt.

Seite

I. Einleitung 1

II. Die Phlogistontheorie und ihr Sturz durch Lavoisier 6

1. Die Phlogistontheorie 6

2. Antoine Laurent Lavoisier 12

III. Pierre Bayen 48

IV. Michailo Wassiliewitsch Lomonossow 52

V. John Mayow 56

VI. Jean Rey 72

VII. Schlußwort 79

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41535712_0110

I. Einleitung

„La chimie est une science française; elle fut constitué par Lavoisier d'immortelle mémoire." Mit diesen hochtönenden Worten leitete Adolf Wurtz seine „Histoire des doctrines chimiques" in dem 1868 von ihm herausgegebenen „Dictionnaire de Chimie" ein. Veranlaßt durch eine (gelegentlich einer anderen historischen Feststellung gemachte) kurze Bemerkung R. Fittigs[1]) suchte Wurtz den Sinn dieser Worte in einer Erklärung[2]) wesentlich herabzumildern: „Der angegriffene Satz hat zu einem Mißverständnisse Veranlassung gegeben, das aufhören muß. Indem ich Lavoisier als den wahren Urheber der wissenschaftlichen Chemie ansehe, habe ich ausdrücken wollen, daß diese Wissenschaft französischen Ursprungs, daß sie in Frankreich geboren ist. . . . Ich erlaube mir noch hinzuzufügen, daß die obige Erklärung jenes Satzes: ‚Die Chemie ist eine französische Wissenschaft' nicht nur aus dem folgenden Satz: ‚Sie wurde von Lavoisier begründet, dessen Andenken unsterblich ist,' sondern auch aus dem ganzen Ton und Inhalt meiner Darlegung klar hervorgeht"[3]). Im Sinne dieser Erklärung ließ Oppenheim in seiner deutschen Uebertragung der Wurtzschen Schrift die Eingangsphrase: „Die Chemie ist eine französische Wissenschaft" als unpassend fort und gab den Satz einfach wieder mit den Worten: „Die Chemie, als Wissenschaft, ist durch die unsterblichen Arbeiten Lavoisiers begründet worden"[4]).

Jakob Volhard[5]) machte zwei Jahre nach Erscheinen der Wurtzschen Abhandlung die Frage: „Ist man berechtigt, Lavoisier als den Begründer der Chemie zu betrachten?" zum Gegenstand einer

kritisch-sachlichen Betrachtung. Ausgehend von einem Vergleiche Lavoisiers mit Karl Wilhelm Scheele, dem erfahrensten und gewandtesten Chemiker jenes Zeitalters, kommt er zur Schlußfolgerung, daß Lavoisier, der nirgends einen neuen chemischen Gedanken geäußert, der keine neue chemische Methode eingeführt[6]), der auf chemischem Gebiete geradezu ein Dilettant gewesen, mit seiner Theorie nichts weniger als eine neue Aera der chemischen Wissenschaft eingeleitet habe. Seine Lehren bedeuteten nicht einmal einen Sprung aus der alten Chemie in die Chemie der Neuzeit, sondern seien nach Prinzip und Material eine Frucht der phlogistischen Theorie; „die reife Frucht, die sich aus der Blüte des Stahlschen Geistes entwickelt habe“ [7]), sei sie als Glied einer Kette mit den vorhergehenden und nachfolgenden Lehren unlöslich verknüpft und stelle somit nur ein Stadium einer sich allmählich und stetig vollziehenden Entwicklung dar.

Wenn Volhard offenbar zu rigoros vorgegangen ist, wenn er bestrebt war, die allzustarke Verherrlichung Lavoisiers durch die französischen Chemiker aufs richtige Maß zurückzuführen, so sind seine von echtem historischen Geiste getragenen Untersuchungen über die wahre Bedeutung Lavoisiers in mehrfacher Hinsicht von hohem Werte. Volhard zeigt uns an der Hand historisch feststehender Tatsachen in scharfsinniger Weise, wie Lavoisier aus den 1771 und 1772 veröffentlichten Versuchen Joseph Priestleys Ideen faßt und Schlußfolgerungen zieht, die er dann in einer am 1. November 1772 zwecks Wahrung der Priorität bei der Akademie der Wissenschaften deponierten Note als von ihm tatsächlich gemachte Beobachtungen, als seine eigenen Entdeckungen hinstellt, in der Ueberzeugung, daß es ihm ein leichtes sein wird, die experimentellen Belege für diese angeblich von ihm gemachten Beobachtungen bald zu erbringen. Es läßt sich aber ohne viel Schwierigkeit nachweisen, daß die aus seinen nun tatsächlich eigenen Versuchen gezogenen Schlußfolgerungen nicht aus diesen, sondern aus den erwähnten Versuchen Priestleys abgeleitet sein können, wenn er auch gelegentlich (in einer Fußnote) ausdrücklich bemerkt, daß er bei Anstellung dieser seiner Versuche von den Arbeiten Priestleys keine Kenntnis gehabt habe. In weiterem Verfolg der schon von Hermann Kopp festgelegten Tatsache, daß Lavoisier in seiner Abhandlung über die Natur des Elementes, welches sich bei der Kalzination mit den Metallen verbindet, Priestleys mit keinem Worte Erwähnung tut, der ihm doch erwiesenermaßen persönlich vorher Mitteilungen darüber gemacht hat, wie man aus Quecksilberoxyd und aus Mennige

eine Luftart erhalten könne, in welcher Kerzen viel besser brennen als in gewöhnlicher Luft, weist Volhard auf mehrere, ebenso schon von Kopp aufgezeichnete markante Fälle hin, wo Lavoisier mit dem „rechtmäßigen Ruhm des scharfsinnigsten und genialsten Interpreten der Versuche anderer“ [8]) auch noch „den Kranz des erfindungsreichen Entdeckers verbinden“ [9]) wollte, den er aber nicht erlangen konnte, ohne „den Verdiensten seiner Vorgänger nahe zu treten“ [10]). Er führt aus, daß Lavoisier in seiner Abhandlung über die Analyse des Gipses aus dem Jahre 1768, unter den unbedeutenden Arbeiten anderer Chemiker die Untersuchungen Marggrafs hierüber unerwähnt lasse [11]), obwohl diese ebenso wie dessen übrige Werke damals allgemein zu den bekanntesten zählten; daß er in der historischen Einleitung zu seinen „Opuscules physiques et chimiques“ wohl die Kenntnisse der verschiedenen Forscher über die Luftarten von van Helmont bis auf Lavoisier ausführlich schildere, daß er aber die Arbeiten eines Black und Cavendish über die fixe Luft und die Kaustizität unvollständig und ablehnend erwähne, die Einwände gegen diese jedoch aufs ausführlichste bespreche, so daß seine eigenen, mit Blacks und Cavendishs Untersuchungen sich deckenden Resultate als neue Entdeckungen sich darbieten; daß Lavoisier in ähnlicher Weise bei der Beschreibung seiner Versuche über die Zusammensetzung des Wassers aus Wasserstoff und Sauerstoff, die ihm bekannt gewordenen Ergebnisse der Arbeiten Cavendishs, über die Bildung von Wasser aus brennbarer und dephlogistisierter Luft, einfach ignoriert habe. Nach diesen Feststellungen muß Volhard vermuten, daß Lavoisier sich des Mangels an Fähigkeit, chemische Tatsachen selbständig zu entdecken, bewußt gewesen sein müsse; „es pflegt nicht das Gefühl von Reichtum und Ueberfluß zu sein, welches zu Eingriffen in fremdes Eigentum Veranlassung gibt“ [12]). Wie glänzend auch das Genie Lavoisiers [13]) sich auf rein gedanklichem und physikalischem Gebiete bewährt: ohne die chemische Grundlage der Oxydationstheorie, die Kenntnis der Eigenschaften des Sauerstoffs, wären Lavoisiers Vorstellungen über die Natur der Verbrennung nie bis zum letzten Ende durchgeführt worden, nie durchgedrungen und ebenso spurlos in Vergessenheit geraten, wie die eines Rey, Hooke und Mayow.

Die Gesetzmäßigkeit in den Fortschritten der Wissenschaft hat ihre Analogie in dem Gesamtverlauf der Naturerscheinungen. Natura non facit saltum! Die Entwicklung der menschlichen Wissenschaften vollzieht sich ebensowenig sprunghaft; sie erfolgt allmählich und stetig. Erfahrungen, die sich im Verlaufe von Jahrzehnten und Jahr-

hunderten anhäufen, drängen förmlich zur Auffindung eines gemeinschaftlichen Gesichtspunktes. Newton und Leibniz fühlten sich zu gleicher Zeit und unabhängig voneinander dazu getrieben, die notwendig gewordene Methode der Differential- und Integralrechnung zur Anwendung zu bringen, wo für die Mechanik und Mathematik die endlichen Formeln sich erschöpft hatten und für die Philosophie eine unendliche Entfaltung der Zeit und des Raumes erforderlich wurde.

Lothar Meyer und Dimitri Mendelejeff gaben ebenso beide, gleichzeitig und unabhängig voneinander, der Summe der bis dahin gemachten Erfahrungen und Vorstellungen über die gemeinschaftlichen Beziehungen zwischen den chemischen Grundstoffen in dem „Periodischen System der Elemente" einen prägnanten Ausdruck. Die Zeit war reif dazu! Eine derartig zusammenfassende Vorstellung war notwendig geworden.

In diesem Sinne war es auch ebenso Lavoisiers Zeitalter „nahezu unmöglich, die pneumatische Theorie . . . nicht aufzufinden, sei es durch ihn oder durch einen anderen Mann von erleuchtetem Geiste"[14]). Als ein solcher „anderer Mann von erleuchtetem Geiste" wird z. B. Pierre Bayen, Lavoisier an die Seite zu stellen sein (vergl. später S. 48), wenn er auch bei weitem nicht so rasch seine Gedanken zur Entwicklung und seine Ansichten zur Geltung bringen konnte.

Es ist nun anderseits in der Geschichte der Wissenschaften kein so seltener Fall, daß derartige Gedanken, Hypothesen, Theorien u. s. w., die die beobachteten Tatsachen und die daraus gewonnenen Vorstellungen zum Ausdrucke brachten und zusammenfaßten, schon in früheren Zeitläuften von hervorragenden Männern ausgesprochen wurden, daß sie aber unverstanden, von der Mitwelt völlig unbeachtet blieben, um erst später, durch andere Forscher meist von neuem entwickelt, zur Anerkennung gebracht zu werden. Es hängt dies eben damit zusammen, daß die Summe der Kenntnisse jenes Zeitalters nicht so weit gediehen war, um eine solche, später als notwendiges Glied zu dem letzten in der schon bestehenden Kette aufgefundene Idee zu einer zusammenfassenden Erklärung nötig zu haben. Die Zeit war für diese Gedanken eben noch nicht reif. Es läßt sich stets wieder bei Beobachtung des entwicklungsgeschichtlichen Werdens der Wissenschaften feststellen, daß solche Lehren, wenn sie sich nachher als noch so richtig erweisen, niemals vermocht haben, die Entwicklung der betreffenden Disziplin um einen bedeutsamen Schritt vorwärts zu bringen. Der große französische Naturphilosoph Jean

Lamarck hatte z. B. schon 1809, im Geburtsjahre Charles Darwins, die geheimnisvolle Frage des Schöpfungsproblems ganz im gleichen Sinne wie dieser zu beantworten gesucht; sein gedankenreiches Hauptwerk, die „Philosophie Zoologique", war jedoch seiner Zeit viel zu weit voraus und entbehrte jener reichen Fülle von erfahrungsmäßigen, erst später gesammelten Beweisgründen, auf welche Darwin, fünfzig Jahre danach, mit größtem Erfolge sich stützen konnte. John Mayow ist ein geradezu klassisches Beispiel aus dem vorphlogistischen Zeitalter. Hundert Jahre vor Lavoisier hatte er in einer der ganzen gelehrten Welt verständlichen Sprache seine Ansichten über die Natur des Verbrennungs- und Atmungsprozesses dargelegt, die er durch experimentelle Beweise erhärtete und die überaus klar und folgerichtig diese Erscheinungen zu erklären vermochten. Dessenungeachtet gerieten sie, ohne je zur Geltung gelangt zu sein, rasch in Vergessenheit, bis man sie nach Lavoisier aus dem Staube der Bibliotheken wieder ausgrub. „Es ist", wie Oersted so treffend zum Ausdrucke bringt, „eine ewige und herrliche Wahrheit, daß das Genie in den heiligen Stunden der Begeisterung weit über den engen Gesichtskreis des Zeitalters hinausblicken kann; aber es ist ebenso gewiß, daß je höher es über seinen Zeitgenossen steht, es sie desto schwerer zu sich hinaufziehen kann"[15]).

Nicht menschliche Mißgunst allein, vielmehr die Gesetzmäßigkeit in dem entwicklungsgeschichtlichen Werden ist es also, was solche ihrer Zeit weit vorauseilende Lehren und ihre Urheber nicht zur Anerkennung gelangen läßt.

Erst der Nachwelt mit ihrem weiteren Sehwinkel ist es größtenteils in gerechter Pflichterfüllung vorbehalten, das Andenken solcher Männer zu würdigen und ihren Lehren, wenn auch verspätet, Anerkennung zu zollen. Neben dem Sinne für die historische Gerechtigkeit tritt hier auch jene so menschliche Schwäche, die Eifersucht, in Erscheinung. Beim Bekanntwerden einer Erfindung, Entdeckung, Theorie u. dergl., erhebt sich zunächst meist Widerspruch gegen die Richtigkeit der Angaben. Sind die geäußerten Zweifel unbegründet, so wird bald der Nachweis zu erbringen versucht, daß die als neu bekannt gewordenen Tatsachen oder Ideen schon früher, bei älteren Autoren, aufzufinden seien. Für die historische Forschung bedeutet dieser Vorgang häufig einen Gewinn. Auf solche Weise wurden z. B. die interessanten Ansichten eines Jean Rey und eines John Mayow in Beziehung zu den Lehren Lavoisiers gebracht und dadurch der Vergessenheit entrissen.

Vom entwicklungsgeschichtlichen Standpunkte aus ist es selbstverständlich, daß auch der zweite und größte Reformator der Chemie, Antoine Laurent Lavoisier, neben seinen Vorgängern, den Phlogistikern, auch seine Vorläufer hat. Wohl sind einzelne derselben schon häufig zum Vorwurfe historischer Betrachtungen gemacht worden, doch findet sich die wichtige Frage, ob und inwiefern solche Lehren Lavoisier beeinflußt haben mögen, in übersichtlicher Darstellung kaum zuverlässig und ausreichend beantwortet, ebensowenig wie eine kritische Gegenüberstellung dieser Vorläufer vorliegt. Zudem ist die Verfolgung des Schicksals solcher Lehren, wie bei Mayow, zuweilen äußerst lückenhaft.

Es erweist sich darum als eine ebenso notwendige wie auch interessante Aufgabe, diese in der historischen Chemie fühlbare Lücke auszufüllen, in der Weise, daß nach einer kritischen Betrachtung der Phlogistontheorie und ihres Sturzes durch die stufenweise sich entwickelnden Lehren Lavoisiers, die namhaftesten Vorläufer desselben: Pierre Bayen, Michailo Wassiliewitsch Lomonossow aus dem phlogistischen, John Mayow und Jean Rey aus dem vorphlogistischen Zeitalter, einer eingehenderen Betrachtung unterzogen werden.

II. Die Phlogistontheorie und ihr Sturz durch Lavoisier.

1. Die Phlogistontheorie.

Johann Joachim Becher[16]) hatte in seiner Physica subterranea[17]) gelehrt, daß alle unterirdischen (unorganischen) Stoffe erdiger Natur seien, und aus drei Grunderden beständen: der Terra prima, fusilis seu lapidea (verglasbare Grunderde), der Terra secunda, pinguis (brennbare Grunderde) und der Terra tertia, fluida (merkurialische Grunderde). In allen Metallen seien jene drei Grunderden vorhanden, nur in verschiedenen Verhältnissen miteinander vereinigt. Alle mineralischen Salze würden aus genauer Mischung der mineralischen Erden mit Wasser erzeugt; auf diese Weise entstehe besonders eine gewisse Ursäure (Acidum primigenium), woraus weiter alle übrigen Säuren in der Natur gebildet würden. Bechers verglasbare, brennbare und merkurialische Grunderde als Prinzipien der Schmelzbar-

keit, Brennbarkeit und Flüchtigkeit, stehen im engen Zusammenhange mit dem Salz, Schwefel und Quecksilber der Alchimisten. Unter allen diesen Begriffen und Vorstellungen ist seine Annahme der brennbaren Erde in den Metallen und in den anderen entzündlichen Körpern am allgemeinsten und fruchtbarsten gewesen. Sie hat sich auch am längsten erhalten [18]).

Georg Ernst Stahl [19]), dem wir die Kenntnis der besten Schriften Bechers verdanken, hat zweifellos die ersten Ideen zu seiner Phlogistontheorie aus jenen Werken geschöpft. Die „Physica subterranea", die er 1702 neu herausgab, nennt er bald ein „Opus sine pari", bald bezeichnet er es als „Primum hactenum et princeps". In seinem als Anhang hierzu verfaßten „Specimen Becherianum, fundamenta, documenta et experimenta sistens" entwickelt und vertieft er die Becherschen Ansichten. Des öfteren betont er dabei: „Becheriana sunt, quae profero". Darin geht er in seiner Bescheidenheit jedoch zu weit. Aufstellung und konsequenter Ausbau jenes berühmten Systems wurde sicherlich nur von ihm allein ins Werk gesetzt. Hatte ihm Becher den ersten Keim des Phlogistonprinzips geliefert, so hat Stahl dieses durch seine geniale Verwertung und Befruchtung in hohem Maße zu dem seinigen gemacht.

Stahls „Principium inflammabile seu Phlogiston", die Terra pinguis Bechers, war brennbar. Alle brennbaren Körper müßten dieses Phlogiston mehr oder weniger enthalten. Solange in einem brennbaren Stoffe noch Phlogiston vorhanden sei, brenne er. Beim Verbrennen entweiche das brennbare Prinzip und ein nicht mehr brennbarer Körper bleibe zurück. Wie die brennbaren Körper als aus Phlogiston und unverbrennbarer Basis bestehend anzusehen seien, so müßten auch die Metalle als eine Vereinigung von Phlogiston mit den durch Erhitzen resultierenden Metallkalken (unseren Metalloxyden) betrachtet werden. Nur durch Zufuhr des fehlenden Phlogistons könnten die beim Erhitzen an sich unveränderlichen Metallkalke wieder in Metall übergeführt werden. Die Erfahrung bestätige die Richtigkeit dieser Ansicht. Durch Erhitzen der Metallkalke mit der phlogistonreichen Kohle werden die Metalle wieder erhalten. Stahl betrachtete das Phlogiston, übereinstimmend mit der Vorstellung Bechers, als eine äußerst feine Erde, die wegen ihrer starken Tendenz, sich mit anderen Stoffen zu verbinden, in vollkommen reinem Zustande niemals dargestellt werden könne, wohl aber unter gewissen Umständen sich aus den brennbaren Substanzen in Form von Ruß abscheiden lasse.

Die Theorie Stahls über die Verbrennung unterscheidet sich von

der Lavoisierschen Oxydationstheorie nur dadurch, daß er eine Verbindung dort angenommen hatte, wo nach letzterem eine Zersetzung, und umgekehrt, stattfinden muß. In den Oxyden sah er einfache Körper, in den Metallen zusammengesetzte Stoffe. Dies ist die Quelle seines hauptsächlichsten Irrtums. Wenn er sich auch von der Aristotelischen Auffassung der Elemente befreit hatte, so waren Metalle für ihn doch zusammengesetzte Stoffe. Hätte er die Metalle als einfache Körper, als Elemente betrachtet, so wäre er in konsequenter Weise auch zu demselben Ziele gelangt wie Lavoisier. Die große prinzipielle Inkonsequenz seiner Theorie, die Gewichtszunahme der Metalle bei ihrer „Entphlogistisierung" war ihm wohlbekannt. Diese Schwierigkeit schien ihm aber in dem weiteren Ausbaue seines Systems durchaus kein Hindernis zu bedeuten. Er verzeichnet sie, ohne sich Rechenschaft darüber zu geben. Für ihn galt es eben nur, die Gleichartigkeit in den Erscheinungen zusammenfassend zu behandeln. Die Aenderung der Form bei der Kalzination ist ihm Führer genug bei der Zusammenstellung der beobachteten Tatsachen.

Stahl hatte aus den wirr durcheinander gestopften Räumen der Empirie mit Hilfe seines Prinzipes ein durchsichtiges Lehrgebäude der Wissenschaft errichtet. Weder Ordnung noch Plan konnten der Chemie bis dahin den Namen einer Wissenschaft eintragen. Sie glich vielmehr lange einem sanktionierten Kodex geheimer Gesetze, in dem nur dem begünstigten Zunfteingeweihten zu lesen freistand. Seit einer Reihe von Jahrhunderten stand sie dem Reiche der übersinnlichen Erscheinungen näher als der realen Welt. Sie übersah einfach die Gesetze der Natur, ihr Nutzen für das Leben war stets mehr zufälliges Ereignis. Ihres eigenen Gebietes nicht mächtig, hatte sie keinen Selbstzweck. Zweck- und ziellos mußte sie sich bald der Medizin als dienende Magd unterordnen. Erst durch das Stahlsche System wurde der Chemie der Selbstzweck gegeben, erst dadurch wurde sie zur Wissenschaft erhoben[20]).

Anderthalb Jahrhundert lang etwa bestimmte Stahls System die Linien der chemischen Wissenschaft. Wenn die Lehren eines Rey, Mayow keine neue Aera in der Chemie hervorrufen konnten, weil sie ihrer Zeit weit vorauseilten, so mußte die Stahlsche Theorie hinwiederum, wie jede auf Erfahrungswissenschaft begründete Theorie, einer auf breiterem und sichererem Grunde aufgebauten Lehre weichen. Stahl hatte eben bloß für den Zustand der Chemie in seinem Zeitalter ein System entwickelt und konnte damit nur das Gebiet umfassen, das vor ihm lag. Er wollte auch nicht mehr. Eine Theorie

für die Erfahrungswissenschaft aller Zeitalter aufzustellen, vermochte er nicht. Es wäre dies übrigens ein Beweis für den Rückgang jeder Wissenschaft. Eine Erfahrungswissenschaft, die eine solche Theorie für alle Zeiten vorausnimmt, muß notwendigerweise als stagnierend betrachtet werden.

Die erste Lücke in dem Stahlschen Systeme ergab sich aus der Betrachtung der Gewichtszunahme von Metallen bei der Verkalkung. Das Blei, welches sich beim Verkalken im Sinne Stahls dephlogistisiert (oxydiert), nimmt an Gewicht zu. Trotz des Verlustes eines seiner Bestandteile wird sein Gewicht größer. Bei der Zuführung von Phlogiston, in Form von Kohle (bei der Reduktion), müßte das resultierende Metall ein höheres Gewicht zeigen als der Metallkalk. Die Tatsache spricht aber dagegen. Stahl suchte dieses mit seiner Theorie im Widerspruch stehende Faktum nicht zu verbergen. Er verzeichnet sie in seinem „Specimen Becherianum", ohne von dem Widerspruche betroffen zu sein. Wie er sich ausdrückt, geht bei der Verkalkung des Bleies etc. das Phlogiston weg, „obgleich" Gewichtszunahme erfolgt („quamvis lithargirium, minium, cinere plumbi, sub ipsa sui calcinatione, majus pondus acquirant, quam ipsa prima assumta quantitas plumbi exhibuerat") und wird bei der Reduktion wieder aufgenommen, wobei sich „nichtsdestoweniger" eine Gewichtsabnahme zeige („nihilocesius in reductione perit non solum illa portio quasi super numeraria, sed interit notabile pondus de tota, quoque primo assumta quantitate"). In keinem seiner Werke finden wir eine Andeutung darüber, daß er sich von der Ursache dieser widerspruchsvollen Verhältnisse Rechenschaft zu geben versucht hätte.

Stahls Schüler Juncker[21]) suchte die Gewichtsvermehrung bei der Verkalkung [wie etwa vor ihm Scaliger[218]) u. a.] in Verwechslung der Begriffe des spezifischen und absoluten Gewichtes durch die Annahme zu erklären, daß der durch die Kalzination verdichtete erdige Teil des Kalkes diesen um so viel schwerer mache, als das kalzinierte Metall an Volumen abnehme. So gebe ein bestimmtes Volumen regulinischen Antimons beim Kalzinieren ein kleineres Volumen des Kalkes, der nun aber gerade deshalb schwerer sei, wogegen bei der Ueberführung des Kalkes in Metall das Volumen zu-, das Gewicht jedoch abnehme. Es seien dieselben Verhältnisse wie bei der Wolle, die umsomehr wiege, auf je kleineren Raum sie zusammengepreßt sei, wie bei dem Ziegel, der nach dem Brennen kleineren Raum, aber größeres Gewicht habe.

In anderer Weise bestrebten sich H. Th. Scheffer[22]) und

Chardenon, der Schwierigkeit des Widerspruches beizukommen. Sie schrieben einfach dem Phlogiston negative Schwere[23]) zu. Es mußte bei dieser Annahme das Gewicht der mit diesem verbundenen Stoffe leichter werden, da ihr wahres Gewicht um eine dem negativen Gewicht des darin enthaltenen Phlogistons gleiche Menge vermindert sei.

Noch leichter erklärte sich Guyton de Morveau[24]), in Anlehnung an diese Anschauung, die Gewichtszunahme. Für ihn war das Phlogiston bloß nicht absolut, sondern nur relativ leicht, indem er nämlich das spezifische Gewicht desselben kleiner als das der Luft annahm. Bei der Verbindung mit den Metallen machte dies so beschaffene Phlogiston diese für die Wägung in Luft leichter, genau so wie etwa eine Schwimmblase am menschlichen Körper, trotz der Vermehrung des absoluten Gewichtes, dessen Dichte derart vermindere, daß er auf dem Wasser schwimmen könne. Zur Illustrierung seiner Anschauung führt er an, daß zwei gleich schwere, an einem Wagebalken unter Wasser befindliche Bleiwürfel sofort einen Unterschied zeigten, wenn man an dem einen Würfel von Blei ein Stück Kork befestige, da er trotz jener Belastung doch leichter werde. Guyton de Morveau gründete seine vermeintliche Lösung des Widerspruches auf eine Illusion, nach der das Phlogiston bei den mit ihm verbundenen Stoffen ungefähr die Funktion eines Luftballons versehen sollte.

Während der eine Teil der Chemiker sich bemühte, irgend eine plausible Erklärung für den auffälligen Widerspruch in dem phlogistischen Systeme zu finden, kümmerten sich die meisten jedoch nicht um eine Erklärung für die Gewichtsvermehrung bei der Kalzination, da diese Erscheinung als eine mehr zufällige betrachtet wurde. Man hielt überhaupt das Gewicht eines Stoffes nicht für etwas Unveränderliches, besonders da man lange der Ansicht war, daß man beim Kalzinieren einer bestimmten Gewichtsmenge eines Metalles und darauf folgendem Reduzieren des gebildeten Kalkes, nie die ganze ursprünglich angewendete Gewichtsmenge des Metalles zurückerhielte. Es ist also nicht so unbegreiflich, daß man diese Meinung von der Veränderlichkeit des Gewichtes überhaupt und die beim Kalzinieren und Reduzieren beobachteten Gewichtsänderungen als unwesentlich für die Erklärung dieser Vorgänge ansah. Man begnügte sich mit den im Sinne der Phlogistontheorie gegebenen Erklärungen und überließ es den Physikern, für die Erscheinungen Erklärungen zu finden, wie das Gewicht eines Körpers variabel sein oder weiter durch Verlust eines Bestandteils des Phlogistons mehr Gewicht anzeigen könne.

Im großen und ganzen wurde aber das Prinzip anerkannt, daß bei chemischen Umwandlungen das Schwererwerden eines Stoffes das Zutreten von etwas, das Leichterwerden dagegen das Weggehen irgend eines Stoffes anzeigen muß. Die letzten Anhänger der Phlogistontheorie waren durchaus nicht unzutreffend in ihrer Auffassung quantitativer Vorgänge, wie dies unter anderem schon daraus hervorgeht, daß sie die Konstanz der Aequivalenzverhältnisse von verschiedenen Säuren und Basen auffanden (Bergman, Richter).

Mit der Kenntnis der verschiedenen Luftarten und besonders seit der Entdeckung des Sauerstoffes beginnen die Widersprüche in der phlogistischen Lehrmeinung immer deutlicher die Unhaltbarkeit dieser Theorie zu zeigen. Man schrieb einem Stoffe, dem Phlogiston, so viele Wirkungen zu, doch niemals wurde beantwortet, was dieser eigentlich sei? Existierte dieses Prinzip in realer faßbarer Form, oder war es bloß hypothetisch? Und wenn sein wirkliches Vorkommen anzunehmen sei, welcher Stoff ist es; ist er einfacher oder zusammengesetzter Natur? Schon zu Beginn des phlogistischen Zeitalters hatten hervorragende Gelehrte Zweifel an der Existenz des Phlogistons ausgesprochen. Später war es Buffon[25]), der ohne Umschweife aussprach, daß jenes Phlogiston nur in dem Systeme, nicht aber in der Natur vorkomme. Die Begriffe über dies unnötig angenommene Prinzip seien dunkel und verworren, noch niemand habe dasselbe darstellen und vorzeigen können. Dagegen wandte sich Macquer[26]) mit dem Argumente, daß die Existenz eines Stoffes sich erweisen lasse, auch ohne daß man denselben isolieren und in einer Flasche eingeschlossen vorzeigen könne; aus der bloßen Nichtdarstellbarkeit könne man durchaus nicht etwa auf Nichtexistenz eines Stoffes schließen.

Stahl selbst hatte es wohlweislich unterlassen, einen bestimmten brennbaren Stoff als das „Phlogiston“ zu charakterisieren und hatte nirgends in seinen Schriften den Anschein zu erwecken gesucht, daß er jemals das Phlogiston rein isoliert hätte. Er gibt nur an, in welchen Stoffen das Phlogiston besonders reichlich enthalten sei. Ruß aus Kohlen ist für ihn die reinste Form des Phlogistons, denn es verbrenne ohne jeden Rückstand an der Luft. Später hielt Cavendish, der Entdecker des Wasserstoffs, diesen für identisch mit dem Phlogiston, eine Annahme, für die besonders Richard Kirwan mit großem Eifer und Erfolg eintrat.

Was geschah nun mit dem Wasserstoff-Phlogiston, wenn Metalle, Schwefel, Phosphor, Kohle in geschlossenen Gefäßen verkalkt wurden? Das Phlogiston sollte doch bei diesem Vorgange entweichen, das

„brennbare Prinzip", der Wasserstoff, mußte sich doch auch in dem Gefäße vorfinden lassen! Wenn man dann auch die Reduktion der Metalloxyde mittels Wasserstoff, unter Verzicht auf die Erklärung der hierbei erfolgenden Wasserbildung und Gewichtsabnahme verstehen konnte, so war man jedoch außer stande, diese Theorie mit der Tatsache in Einklang zu bringen, daß eine Reduktion von Metallkalken, z. B. von Quecksilberoxyd, ohne Wasserstoff = Phlogiston, in geschlossenen Gefäßen, allein durch Erhitzen möglich sei.

Als man sich endlich vor der Tatsache nicht verschließen konnte, daß eine Verbrennung ohne Lebensluft (Sauerstoff) unmöglich ist, gab man sich alle erdenkliche Mühe, um durch neue Erklärungsarten, durch neue Ansichten, das Wesen des Phlogistons derart umzumodeln, daß man sich mit dem Scheine der Wahrheit für befriedigt halten konnte. Man gab selbst wertvolle Entdeckungen auf, um nur das System retten zu können. In Wirklichkeit gab es aber kein System der Chemie mehr. Die Tatsachen quollen förmlich über die Grenzen des Lehrgebäudes und konnten nicht ohne Zwang für dieselben eingeordnet werden. Es brach eine Zeit des Interregnums kämpfender Parteien an, wo man bestrebt war, durch alle möglichen Inkonsequenzen das alte System den neuen Anforderungen anzupassen. „Das Phlogiston sollte auf dem Thron des Systems bleiben, und doch war es so von seinem alten Wesen zurückgekommen, daß es sein Erfinder nicht mehr erkannt haben würde" [27]). Die Bemühungen der Neo-Stahlianer in ihren verworrenen Ansichten bedeuteten fast eine Gefahr für das Bestehen der Chemie als Wissenschaft, indem sie in den Empirismus der vorphlogistischen Zeit zu sinken drohte.

2. Antoine Laurent Lavoisier.

Zu dieser Zeit, als das phlogistische System auf Abwege geriet, „einem alternden Manne gleich" — wie H. Kopp [28]) sehr treffend vergleicht — „welcher vorzugsweise auf das blickt und nur das als maßgebend betrachtet, was er selbst in seiner besten Zeit gearbeitet hat, alles zu seiner Kenntnis kommende Neue den Lehren und Auffassungen anzupassen versucht, die er sich damals ausgebildet und seitdem für wahr gehalten hat, und alles das für weniger erheblich hält, was mit jenen Auffassungen unverträglich ist", zu dieser Zeit vollzog sich innerhalb der Chemie eine Revolution, hervorgerufen durch einen Mann, der durch die enzyklopädische Umfassung des wissenschaftlichen Studiums im Besitze von weitgehenden mathemati-

schen, physikalischen und chemischen Kenntnissen, durch angeborenen Scharfsinn und erworbene Beobachtungsgabe ganz besonders dazu befähigt war, das gefährdete Schiff der chemischen Wissenschaft aus den umbrandeten Klippen der Irrlehren in das ruhige Fahrwasser der Fortentwicklung hinauszusteuern. Dieser Mann war Antoine Laurent Lavoisier[29]). Er verstand es, die physikalischen Methoden und Hilfsmittel jener Zeit, die wir heute als integrierende Bestandteile der chemischen Wissenschaft ansprechen, auf die Entscheidung chemischer Fragen anzuwenden, wobei er zu Resultaten gelangte, die die Stahlsche Lehre zunächst entbehrlich erscheinen ließen, später aber zur Verwerfung brachten.

Lavoisier war zu Beginn seiner selbständigen Beschäftigung mit der Chemie durchaus Phlogistiker. Er hatte die Chemie so kennen gelernt, wie sie damals in Paris in der phlogistischen Anschauungsweise gelehrt wurde. Die Verfolgung der sukzessiven Umgestaltung seiner Ansichten zeigt deutlich, daß er erst allmählich, wenn auch in verhältnismäßig kurzer Zeit, von den phlogistischen Lehren abkam und ein diesen entgegengesetztes System aufstellte.

Am 1. November 1772 deponierte er bei der Akademie eine Note, die im Mai des folgenden Jahres eröffnet und bekannt wurde, folgenden Inhaltes[30]): „Vor acht Tagen etwa habe ich entdeckt, daß der Schwefel beim Verbrennen, weit entfernt an Gewicht zu verlieren, vielmehr an Gewicht zunimmt; d. h. daß man aus 1 Pfund Schwefel viel mehr als 1 Pfund Schwefelsäure erhält — die Feuchtigkeit der Luft abgerechnet; ebenso ist es beim Phosphor. Diese Gewichtszunahme rührt von einer sehr beträchtlichen Menge Luft her, die sich während der Verbrennung fixiert und mit den Dämpfen verbindet.

„Ich schloß aus diesen Tatsachen, welche ich durch mir entscheidend scheinende Experimente konstatiert habe, daß das, was man bei der Verbrennung des Schwefels und Phosphors beobachtet, wohl bei allen den Körpern, die bei Verbrennung oder Kalzination an Gewicht zunehmen, statthaben könnte, und ich habe mich überzeugt, daß die Vermehrung des Gewichtes bei Verkalkung der Metalle auf der gleichen Ursache beruht. Das Experiment hat meine Vermutungen vollkommen bestätigt; ich habe die Reduktion von Bleiglätte in geschlossenen Gefäßen vorgenommen und beobachtet, daß sich in dem Moment, in welchem der Kalk in Metall übergeht, eine beträchtliche Menge von Luft — das 1000fache Volumen der angewendeten Glätte entwickelt. Diese Entdeckung scheint mir eine der interessantesten

seit Stahl; ich glaube daher mir die Priorität derselben sichern zu sollen, indem ich dieses in die Hände des Sekretärs der Akademie niederlege, wo es geheim bleiben soll, bis ich meine Experimente veröffentlichen werde."

Nähere Angaben über die hier erwähnten Versuche macht Lavoisier jedoch nicht. Erst in den „Opuscules physiques et chimiques"[31]), über die auf Geheiß der Akademie, durch de Trudaine, Macquer, le Roy und Cadet am 7. Dezember 1773, noch vor dem Erscheinen, ein Bericht erstattet wurde, finden sich die auf die Verbrennung und Verkalkung bezüglichen Versuche ausführlich beschrieben. Nach der historischen Betrachtung der Arbeiten über die Entwicklung luftförmiger Körper bei der Verbrennung, der Gärung und dem Aufbrausen[32]), im ersten, folgen im zweiten Teile, „Neue Forschungen über das Daseyn einer gebundenen elastischen Flüssigkeit, in einigen Stoffen, und über die Erscheinungen, welche aus ihrer Entbindung, oder Bindung, entstehen"[33]). Nachdem er im (1. Kapitel) durch Versuche bewiesen hat, daß in den Kalksteinen und Kalkerden eine elastische Flüssigkeit, eine Art Luft in fixer (fester) Form vorhanden sei, die einen beträchtlichen Teil ihrer Gewichtes ausmacht, und daß diese Luft die hauptsächlichsten physikalischen Eigenschaften der Luft besitze, wenn sie ihre „Schnellkraft" wieder erhalte; daß dieselbe elastische Flüssigkeit, die in der Kreide vorzufinden sei, auch in den fixen und flüchtigen Laugensalzen (Alkalien) enthalten wäre, jedoch zu der Kalkerde nähere Verwandtschaft habe als zu den Laugensalzen (2. und 3. Kapitel); daß Lösungen von Quecksilber und Eisen unter Gewichtsvermehrung durch Kreide oder Kalk gefällt würden, der Gewichtszuwachs beim Eisen aber größer sei als beim Quecksilber, bei beiden hinwiederum mit Kreide mehr betrage als mit „Kalch" (Aetzkalk), letzterer aber noch einige Anteile einer elastischen Flüssigkeit enthalten müsse (4. Kapitel); stieg ihm die Vermutung auf, daß die atmosphärische Luft oder eine in derselben enthaltene elastische Flüssigkeit irgend welcher Art unter bestimmten Umständen sich mit Metallen zu verbinden vermöge. Von dem Beitritte dieses Stoffes rührten die Erscheinungen der Verkalkung, die Gewichtszunahme der Metalle bei derselben, und andere bisher unbefriedigend erklärte Erscheinungen her, Mutmaßungen, die durch mehrfache Tatsachen gestützt würden: Erstens könne die Verkalkung der Metalle in gut geschlossenen, luftleeren Gefäßen nicht erfolgen, zweitens vollziehe sich diese um so schneller, je größere Oberflächen das Metall der Luft biete und drittens sei bei jeder Verfrischung (Reduktion) in dem Augenblicke des Ueber-

ganges aus dem kalkförmigen in den metallischen Zustand ein Brausen zu beobachten, eine Erscheinung, die nichts anderes als eine Entbindung elastischer Flüssigkeit aus dem Kalke bedeute. Der Metallkalk enthalte also eine elastische Flüssigkeit in fester Gestalt, welche ihre fluidale Form im Augenblicke der Reduktion wieder erhalte. Die mit Mennige und Kohlenstaub in eisernen Retorten oder Flintenläufen angestellten Reduktionsversuche ergaben nun in der Tat beim Erhitzen die Entbindung einer elastischen Flüssigkeit. Lavoisier stelite fest, daß weder Mennige noch Kohle allein eine nennenswerte Gasentwicklung geben. Die Wahrnehmung, daß die bei der Reduktion entwickelte elastische Flüssigkeit aus der Vereinigung der Kohle mit der Mennige resultiere, bringt ihn „unmerklich auf sehr wichtige Betrachtungen über den Nutzen der Kohlen und der kohlichten Stoffe überhaupt; bei den Wiederherstellungen der Metalle dienen sie, wie die Schüler des Herrn Stahl meinen, den Metallen das verlorene Brennbare wiederzugeben? oder gehen sie in die Zusammensetzung der elastischen Flüssigkeit selbst ein?“ [34]) Seiner Ansicht nach verstattet aber der damalige Zustand der Kenntnisse hierüber noch keinen Ausspruch! Unter Reserve äußert er die Anschauung, daß alle elastische Flüssigkeit aus der Verbindung eines Körpers, er sei fest oder flüssig, mit einem entzündlichen Grundstoffe, oder vielleicht sogar dem reinen Feuerwesen entstehe und daß von dieser Verbindung die elastische Beschaffenheit abhänge. In diesem Sinne sei der das Gewicht der Metallkalke vermehrende Stoff eigentlich keine elastische Flüssigkeit, vielmehr der fixe Teil einer solchen Flüssigkeit, welcher seines brennbaren Grundstoffes beraubt sei. Somit sei die Wirkung der Kohle und aller kohleenthaltenden Stoffe die, der gebundenen elastischen Flüssigkeit das Brennbare, das Feuerwesen und gleichzeitig die davon abhängige fluidale Natur wiederzugeben. Diese von der Stahlschen Ansicht abweichende Anschauung lasse sich mit derselben doch noch in Einklang bringen, da es möglich sei, daß die Kohle bei den Reduktionen einmal dem Metalle den verlorenen entzündlichen Grundstoff und dann der im Metallkalke gebundenen elastischen Flüssigkeit den ihre Schnellkraft bedingenden Bestandteil wiedergäbe. Lavoisier wiederholt hier, daß man über einen so schwierig verständlichen Gegenstand jedoch nur mit der größten Behutsamkeit ein Urteil wagen könne.

Lavoisier, der bisher das Dasein einer gebundenen elastischen Flüssigkeit in den Metallkalken nur durch die im Augenblicke der Reduktion erfolgende Entbindung bewiesen, will nun auf entgegen-

gesetzte Art zeigen, daß auch jedesmal, beim Uebergange eines Metalles in seinen Kalk eine Absorption derselben elastischen Flüssigkeit in derselben Menge, wie auf umgekehrtem Wege entbunden, erfolge. Angestellte Versuche (6. Kapitel) mit Blei, Zinn, einer Legierung von Blei und Zinn, und naß verkalktem Eisen, lassen ihn zu den Schlußfolgerungen kommen, daß die Verkalkung der Metalle in freier Luft besser von statten gehe als in einem abgesperrten Luftvolumen; daß man in einer gegebenen Luftmenge die Verkalkung nur bis zu einer gewissen Grenze treiben könne; daß die bei der Verkalkung erfolgende Abnahme der Luft beinahe der Gewichtszunahme des Metalles entspreche; daß, übereinstimmend mit den Reduktionsversuchen, die Verbindung der Metalle mit einer elastischen Flüssigkeit unter Gewichtszunahme bei der Kalzination erwiesen sei; daß nicht alle atembare Luft als solche bei der Verbindung mit dem Metalle zum Metallkalke verbraucht werde, sondern eine besondere elastische Flüssigkeit, welche mit der Luft gemischt sei und nach deren Erschöpfung die Verkalkung unter einer Glocke nicht mehr möglich wäre[35]). Aus diesen Versuchen schließt Lavoisier noch, daß die Verkalkung in geschlossenen Gefäßen nicht oder wenigstens nur im Verhältnis des in demselben eingeschlossenen Anteils bindbarer Luft erfolgen könne, und daß bei der Verkalkung in luftleeren Gefäßen keine Gewichtszunahme statthaben dürfe. Schließlich meint er aber nach all' dem Vorausgegangenen: „Vielleicht wird die Verkalchung eine bloße Beraubung des Brennbaren in dem Verstande seyn, in welchem Hr. Stahl es nahm“[36]). In einer am Schlusse dieses Kapitels gemachten Anmerkung gibt Lavoisier an, daß er von den Priestleyschen Versuchen, über die Verkalkung der Metalle in abgesperrten Lufträumen, keine Kenntnis gehabt habe, als er seine eigenen hier in Frage kommenden Untersuchungen angestellt hätte. Während Priestley, vor ihm, bei der Verkalkung eine Abnahme der Luft um ein Fünftel, manchmal um ein Viertel des Umfanges der angewandten Luft konstatieren konnte, hätte er selbst die Volumabnahme, wenn er sich auch des größten Tschirnhausenschen Brennglases bedient, nicht über ein Sechzehntel bringen können. Er müsse daher auf die Vermutung kommen, daß die bindbare elastische Flüssigkeit der Luft vielleicht zeitweise oder an manchen Orten häufiger als anderswo in die Erscheinung treten könne, daß sie an Wohnorten der atmosphärischen Luft in größerem Verhältnisse beigemischt sei als in Gegenden, wo die Luft immerfort erneuert werde, also in der Ebene, Gärten usw.

Aus den vergleichenden Versuchen mit den einerseits durch

„Brausen“, aus Kreide mit Schwefelsäure, anderseits durch Reduktion, aus einem Metallkalk mit Kohlepulver erhaltenen elastischen Flüssigkeiten (7. Kapitel) folgert er, daß sich zwischen diesen beiden Luftarten eine völlige Aehnlichkeit in ihrem Verhalten gegen Kalkwasser, Kalkerde, brennende Stoffe und gegen Tiere zeige; daß diese beiden Luftarten aus einem von Wasser, Kalk u. s. w. bindbaren und einem schwerer aufnehmbaren Teile zusammengesetzt seien, letzterer Bestandteil könne bis zu einem gewissen Grade das Leben der Tiere erhalten, verhalte sich mehr der atmosphärischen Luft gleich und sei in etwas beträchtlicherer Menge in der bei Metallreduktionen entwickelten elastischen Flüssigkeit, als in der aus Kreide mit Schwefelsäure entbundenen enthalten; daß die Schädlichkeit dieser elastischen Flüssigkeit nur in dem fixierbaren Bestandteile ihre Ursache habe, da sie bei geringerem Gehalte daran den Tieren weniger nachteilig sei; daß endlich noch nicht zu entscheiden wäre, ob der bindbare Teil der beim Aufbrausen und bei der Reduktion freigewordenen elastischen Flüssigkeit etwas von der atmosphärischen Luft Verschiedenes oder aber diese selbst es sei, der etwas hinzugefügt oder entzogen worden wäre.

In dem (9.) Kapitel, über die „Verbrennung des Phosphors und der Entstehung seiner Säure“, führt Lavoisier aus, daß er Differenzen in den absorbierten Luftmengen gefunden habe. Nie hätte er mehr als ein Fünftel des angewandten Luftvolumens zum Verschwinden bringen können, der Phosphor unter der Glocke wäre nur durch neue Luftzufuhr zur Entzündung befähigt. Er wäre dadurch auf den Gedanken gekommen, daß sich die Luft der Atmosphäre oder eine andere in der Luft enthaltene elastische Flüssigkeit, von unbestimmter Natur, bei der Verbrennung mit den Dämpfen des Phosphors verbinde. Um dies nun zur Entscheidung zu bringen, bestimmt er mit aller möglichen Genauigkeit die Gewichtszunahme der brennenden Dämpfe der Phosphors. Er stellt fest, daß die absorbierte elastische Flüssigkeit um ein Viertel mehr wiegt als die von uns eingeatmete Luft, daß es also der schwerere Bestandteil der Luft sei, der sich mit dem Phosphor verbinde. Lavoisier fragt sich nun, warum nicht etwa das in der atmosphärischen Luft als Dampf verbreitete Wasser dieser schwerere Teil der Luft sein könne. Ohne Zweifel sei das Wasser zur Nährung der Flamme erforderlich, und die Luft nur bei Gehalt an Wasserdampf zur Unterhaltung der Verbrennung tauglich. Er raisonniert nun folgendermaßen: „Ist diese Lehre von der Einsaugung des Wassers wahr, so müßten dreierlei Dinge daraus erwachsen: 1. daß das Abbrennen, anstatt aufzuhören, sehr lange fort-

währen muß, wenn man der unter der Glocke eingeschlossenen Luft, in welcher der Phosphor brennt, zu Dünsten gewordenes Wasser in dem Verhältnisse wiedergibt, in welchem solches eingesogen worden ist; 2. daß in solchem Falle an dem Umfange der Luft keine Abnahme mehr in dem Verhältnisse stattfinden muß, in welchem der Phosphor brennt; 3. daß, wenn man einem Umfange Luft, in welcher man Phosphor verbrannt hat und welche hinfolglich an Wasser erschöpft ist und beinahe ein Fünftel abgenommen hat, zu Dünsten gewordenes Wasser wiedergibt, man ihrem Umfange einen Zuwachs erteilen muß, welcher der während dem Verbrennen erlittenen Abnahme gleich ist“[37]). Wie nach unseren heutigen Anschauungen zu erwarten ist, traf diese Annahme, die so recht zeigt wie Lavoisier erst stufenweise zu seinen späteren Erkenntnissen gelangen konnte, nicht zu. Aus dem Vergleich der spezifischen Gewichte des Wassers und des bei der Verbrennung vom Phosphor absorbierten unbekannten Stoffes schließt er wieder, daß es entweder die Luft selbst oder eine andere, in der uns umgebenden Luft in einem bestimmten Verhältnisse vorhandene elastische Flüssigkeit (von unbekannter Natur) sein müsse, die solche fragliche Wirkungen äußere. Der Ergänzungsbeweis wird durch Versuche mit Phosphor, Schwefel, Schießpulver, Salpeter und Schwefel im luftleeren Raume erbracht, wobei natürlich keine Verbrennungserscheinungen zu beobachten sind. Zum Schlusse versucht Lavoisier, ob die Luft, in welcher Phosphor gebrannt hatte, durch Zumischung eines Drittels aus Kreide Schwefelsäure entbundener Luft die Eigenschaft annehmen würde, die Verbrennung wieder unterhalten zu können; mit negativem Erfolge.

Bis zu dieser Stufe war Lavoisier im Jahre 1774 in seiner Erkenntnis des Verbrennungsvorganges und der Verkalkung sowie der Wirkung der Luft hierbei gelangt. Wenn man vorausgegangene und gleichzeitige Arbeiten eines Boyle, eines Black, eines Priestley u. A. vergleicht, so wird man ohne viel Schwierigkeit herausfinden, daß die Lavoisierschen Versuchsergebnisse nicht neu waren. Die aus den Versuchen gezogenen Schlußfolgerungen lehnten sich ebenso an frühere Ansichten verschiedener Autoren (Cavendish, Rutherford, Black, Rouelle) an. Lavoisier ist sich über die verschiedenen Luftarten, welche starre Verbindungen einzugehen vermögen, nicht ganz im klaren. Wie hier, ist auch aus mehreren Stellen seines Laboratoriumjournals[38]) deutlich zu erkennen, daß er die fixe Luft (Kohlensäure) für den Bestandteil der atmo-

sphärischen Luft hält, welcher sich mit den Stoffen bei der Verbrennung oder Kalzination verbinde. Es geht dies auch daraus hervor, daß er den im Kalk durch Hitze nicht austreibbaren Luftbestandteil ebenso für Kohlensäure anspricht. Besonders charakteristisch ist hierfür der letzte Versuch (s. oben). Obwohl er genau weiß, daß einerseits in fixer Luft ein brennendes Licht verlöscht, anderseits Luft, worin Phosphor verbrannt wurde, die Verbrennung nicht unterhalten kann, prüft er doch, ob in der Mischung dieser beiden Luftarten ein Licht brennen könne.

Was aber beim Lesen der Lavoisierschen Entwicklungen besonders und sofort auffällt, ist die scharfe, immer wieder auf experimentelle Beweise sich stützende Logik. Man erkennt hier bereits die Klaue des Löwen. Was er auf Grund von Tatsachen zu schließen glauben darf, muß wieder in irgend einem neuen Versuche seine Stütze finden. Im anderen Falle verwirft er seinen Ausgangsgedanken.

So prüft er nun die für ihn sonst schon sichergestellte Tatsache (s. oben S. 16), daß sich beim Verkalken der Metalle, wie Blei oder Zinn, unter einer in Wasser oder Quecksilber gesenkten Glocke, mittels eines Brennglases eine Volumabnahme der Luft zeige, die etwa genau so viel betrage als die Gewichtszunahme des Metalles, weil diese Versuche mit denen Boyles in seiner Abhandlung über die Schwere der Flamme und des Feuers im Widerspruche ständen. Dieser habe Blei und Zinn in hermetisch versiegelten, gläsernen Gefäßen verkalkt und die beobachtete Gewichtszunahme auf Rechnung der Stoffe des Feuers und der Flamme, die durch das Glas hindurchgegangen seien, geschoben. Lavoisier schließt nun: Rühre die Gewichtszunahme der in geschlossenen Gefäßen verkalkten Metalle vom Stoffe des Feuers und der Flamme her, so müßte nach der Boyleschen Versuchsanordnung die ungeöffnete Retorte samt Inhalt an Gewicht zugenommen haben. Wenn hingegen die Gewichtszunahme der verkalkten Metalle weder von einer Verbindung mit Feuerstoff, noch von einer anderen, durch das Retortenglas hindurchgedrungenen Substanz herrühre, so müsse das Gefäß, nach der Verkalkung des Metalles darin, nicht schwerer werden, sondern nur zum Teile luftleer sein. Nur beim Oeffnen des Gefäßes würde, durch Ersatz der vom Metalle aufgebrauchten Luft durch eindringende frische Luft, sich eine Gewichtsvermehrung des Ganzen zeigen. Die Resultate der Versuche, die nach seinem Tagebuche vom 14. Februar 1774 datiert sind[39]), basieren auf genauen Wägungen. Er bediente sich einer Wage, von

der er glaubt, „daß es kein Werkzeug dieser Gattung gibt, welches vollkommener ist“[10]). Er resumiert als Ergebnisse seiner beiden gelungenen Versuche mit Zinn und jenes einzigen bis zu Ende gebrachten Experimentes mit Blei, daß man in einer gegebenen Luftmenge nur eine bestimmte Menge Zinn verkalken könne; daß die Menge des verkalkten Metalles in einer geräumigen Retorte größer ausfalle als in einer kleinen; jedoch lasse sich hierbei ein genaues Verhältnis zwischen der Menge des verkalkten Metalles und der Geräumigkeit des Gefäßes nicht als feststehend behaupten; daß die hermetisch abgeschlossenen Retorten keinen Gewichtsunterschied zeigen, ob sie vor oder nach der Verkalkung des Metallinhaltes auf die Wage gebracht werden, was offenbar die Gewichtszunahme weder dem Feuerwesen noch einem anderen, außerhalb der Retorte befindlichen Stoffe zuschreiben lasse; daß bei jeder Verkalkung des Zinns die Gewichtszunahme dem Gewichte der absorbierten Luft genau gleich sei, ein Umstand, der die Gleichheit der spezifischen Gewichte von dem absorbierten Anteile der Luft und der atmosphärischen Luft erweise. Er glaubt nun noch diesen Schlußfolgerungen die Annahme anschließen zu können, daß der mit den Metallen bei der Verkalkung sich verbindende Anteil der Luft ein wenig schwerer, der hierbei zurückbleibende Bestandteil jedoch etwas leichter als die atmosphärische sei. Die atmosphärische Luft würde unter dieser Voraussetzung das mittlere spezifische Gewicht dieser beiden Luftarten haben.

Lavoisier ist sich bewußt, daß trotz aller Sorgfalt und Genauigkeit diese Versuche noch viel zu verlangen übrig lassen, jedoch „dies ist doch Schicksal aller derer, welche sich mit physischen und chemischen Forschungen beschäftigen, daß sie einen neuen Schritt, welcher zu tun ist, wahrnehmen, sobald sie den ersten getan haben, und sie würden dem Allgemeinen nie etwas liefern, wenn sie warten wollten, bis sie das Ende der Laufbahn erreicht hätten, welche sich nach und nach darbietet und sich in dem Maße weiter zu erstrecken scheint, in welchem sie vorwärts gehen, sie durchzustreichen“[11]). Einen neuen Fingerzeig hat er aus diesen Versuchen jedoch erhalten. Der Umstand, daß ein Anteil der Luft sich mit Metallen zu Kalken verbindet, der andere Teil derselben Luft jedoch hierbei völlig unbeteiligt bleibt, bringt ihn auf die Mutmaßung, daß die Luft der Atmosphäre keine einfache Luft, sondern aus sehr verschiedenen selbständigen Stoffen zusammengesetzt sei. Ohne die Resultate einer Arbeit über Verkalkung und Reduktion des Quecksilbers vorwegzunehmen, glaube er doch mitteilen zu können, daß die Luft der Atmosphäre

nicht ganz zum Atmen tauglich, vielmehr nur durch den Bestandteil hierzu befähigt sei, der sich mit den Metallen bei der Verkalkung verbinde. Der bei dem letzteren Vorgange übrig bleibende Bestandteil sei eine Art Stickluft (mofette), die weder Atmung der Tiere noch Entzündung der Stoffe unterhalten könne. Doch es scheint ihm „nicht allein die Luft des Dunstkreises offenbar aus zwoen Federhaften Flüssigkeiten, von sehr verschiedener Beschaffenheit, zusammengesetzt zu seyn", er vermutet auch, „daß die schädliche und stickluftige Luft selbst sehr zusammengesetzt sey"[42]).

Vergleicht man die vorliegende Abhandlung, die tatsächlich erst im Jahre 1777 erschien, jedoch in den Memoiren der Akademie für das Jahr 1774 aufgenommen ist, mit dem „umständlichen Auszuge" welchen Lavoisier in der öffentlichen Sitzung der Akademie vorgelesen, und „welcher im Journale des Hn. Abbé Rozier abgedruckt worden ist"[43]), so fällt sofort auf, daß in der Zwischenzeit (1774 bis 1777) wesentliche Aenderungen vorgenommen worden sind. In dem älteren Auszuge spricht er durchaus nicht von einem atembaren Luftbestandteile, der sich bei der Kalzination der Metalle binde, er gebraucht vielmehr Ausdrücke, die direkt auf „air fixe" (Kohlensäure) deuten. Bei der Kalzination werde, wie er darlegt, der Luft der in ihr enthaltene „Partie fixable" oder besser ausgedrückt „la partie acide" entzogen. Daß ihm stets die Kohlensäure als verkalkendes Prinzip vorgeschwebt haben muß, geht unzweifelhaft aus seinen Laboratoriumsaufzeichnungen hervor, wo[44]) angeführt ist, daß er sogar noch im März des Jahres 1775, bei der Reduktion des roten Quecksilberoxydes durch einfaches Erhitzen, eine Entwicklung von Kohlensäure erwartete.

Welchen Anteil an der Erfassung dieser seiner Kenntnisse über die Erscheinungen der Verkalkung und Verbrennung haben nun die gleichzeitigen Forschungen anderer Autoren?

Lavoisier hatte einen Auszug seiner Versuchsergebnisse am 12. November 1774 in der Akademie gelesen. In einem vom 30. September 1774 datierten, zwischen den Papieren Lavoisiers gefundenen Brief Scheeles[45]), ersucht ihn dieser, er möge für ihn Silberkarbonat mit der großen Linse erhitzen, er selbst besitze keine solche. Das hierbei entwickelte Gas müsse bei seinem Gehalte an fixer Luft vorher von dieser durch Stehenlassen der Glocke über Kalkwasser befreit werden: „C'est par ce moyen que j'espère que vous verrés combien d'air se produit pendant cette réduction, et si une chandelle allumée pouvait soutenir la flamme et les animaux vivre là dedans. Je vous serai infiniment obligé, si vous me faites savoir la résultat de cet

expériment“ [46]). Obwohl man keinen Nachweis dafür hat, daß Lavoisier diesen Versuch wirklich ausgeführt hat, ist dies höchst wahrscheinlich schon aus dem Grunde, da er Scheele als bedeutenden Chemiker wohl zu schätzen wußte. Lavoisier mußte also bei seinen im November desselben Jahres zu anderen Zwecken (s. weiter unten) angestellten Brennglasversuchen mit einem Gase bekannt geworden sein, das die Eigenschaft des reinen Sauerstoffs zeigte.

Zu demselben Ziele wurde er aber auch durch die später zu besprechenden Versuche Bayens und besonders durch persönliche Versuchsmitteilungen Priestleys geführt. Priestley hatte am 1. August 1774 Mercurius praec. per se (über Quecksilber) mittels einer großen Brennlinse erhitzt und hierbei ein die Verbrennung lebhaft unterhaltendes Gas erhalten [47]). Im Oktober 1774 kam er mit Lord Shelburne nach Paris und war hier bei Lavoisier, in Gesellschaft mit le Roy, Macquer und anderen französischen Chemikern, zu Tische geladen. Wie er selbst angibt [48]), erzählte er bei dieser Gelegenheit von diesem soeben von ihm entdeckten Gase und dessen merkwürdigen Eigenschaften. Priestley teilte in dieser Gesellschaft auch mit, woraus er diese Luftart erhalten hatte.

Von der Kenntnis dieser ihm mitgeteilten und bekannt gewordenen Resultate Anderer erwähnt Lavoisier in seiner eben betrachteten Abhandlung nichts. Er erkennt aber mit seinem scharfen Blicke sofort, daß sich hier Aussicht auf Lösung des Problems der Verkalkung, in ihrer Abhängigkeit von der Luft, bieten müsse. Er macht sich eilends, schon Anfang November, an Versuche mit dem Praecipitatum per se. Mit größerer Sorgfalt werden diese (gemeinschaftlich mit Trudaine) am 28. Februar, 1. und 2. März desselben Jahres in dem Laboratorium de Montignys fortgesetzt und am 31. März, in Gegenwart des Herzogs de la Rochefoucault, Trudaines, de Montignys, Macquers und Cadets, von neuem wiederholt. Die Resultate wurden in der „Abhandlung von der Beschaffenheit des Grundstoffes, welcher sich mit den Metallen während ihrer Verkalkung verbindet und ihr Gewicht vermehrt“ veröffentlicht. Sie wurde in der Sitzung der Akademie der Wissenschaften am 26. April 1775 vorgelesen und am 8. August 1778 nochmals vorgetragen. Vor der zweiten Verlesung wurde sie nochmals durchgesehen und in einigen wesentlichen Punkten umgeändert. In ihrer ursprünglichen Form findet sich diese Abhandlung in Roziers Journal [49]) in der redigierten Fassung in den im Jahre 1778 für das Jahr 1775 erschienenen Memoiren der Akademie [50]).

Er beginnt mit der Fragestellung: „Gibt es verschiedene Arten von Luft? Ist es, eine Art von Luft auszumachen, hinlänglich, daß ein Körper in einem dauerhaften Stande der Ausdehnbarkeit (expansibilité) befindlich sey? Sind endlich die verschiedenen Luftarten, welche die Natur uns darbietet oder zu deren Erzeugung wir gelangen, besondere selbständige Stoffe oder Abänderungen des Dunstkreises?“[51]). Er will sich hier jedoch nicht mit diesem umfassenden Gegenstande im ganzen, sondern nur mit einem einzelnen Falle beschäftigen; er will nachweisen, daß der Grundstoff, welcher sich mit den Metallen bei der Verkalkung vereinigt, ihr Gewicht vermehrt und sie in den Kalk überführt, weder ein Bestandteil der Luft noch eine besondere in der Luft vorhandene Säure, sondern die Luft als Ganzes, ohne Veränderung, ohne Zersetzung sei[52]), und zwar erweise sich die aus dieser Verbindung wieder freigemachte Luft als reiner, atembarer, zur Unterhaltung und Verbrennung geeigneter als die der Atmosphäre.

Die meisten Metallkalke würden nur durch unmittelbare Berührung mit kohligen Stoffen oder durch Substanzen, welche das, „was man Phlogiston nennt“ enthalten, reduziert. In dem richtigen Verhältnisse zugegeben, verschwinde aber die Kohle, woraus folge, daß die bei der Reduktion entbundene Luft keine einfache Substanz, sondern eine Verbindung gewissermaßen der vom Metalle und von der Kohle entbundenen elastischen Flüssigkeit sei. Diese Betrachtungen hätten ihn zwecks „Aufdeckung des Geheimnisses der Wiederherstellung der Metallkalche“ veranlaßt mit Metallkalken zu operieren, welche sich ohne Zusatz anderer Stoffe reduzieren ließen. Die Eisenkalke hätten diese Eigenschaft wohl gezeigt, doch hätte er bei der Reduktion derselben keine Gewißheit gehabt, ob er die Erscheinungen der unter der Glasglocke angesammelten Luft, anderseits der bei der Versuchsanstellung a priori mit vorhandenen atmosphärischen, möglicherweise der aus dem Eisenkalke entbundenen Luft oder aber der Verbindung beider zuschreiben sollte. Lavoisier experimentiert daher mit einem Quecksilberkalke, der diese Nachteile nicht zeige. Er will sich zunächst überzeugen, ob der Mercurius praec. per se, der rote Präzipitat, zu der Klasse der Metallkalke zu rechnen ist, ob er als solcher mit „Phlogiston, um mich des traditionellen Ausdruckes zu bedienen“, die nämliche Luftart wie die übrigen Metallkalke gäbe. Er reduziert nun den Kalk mit Kohle in einer kleinen Retorte und erhält dabei ein Gas, das sämtliche Eigenschaften der „fixen Luft“ zeige, wie sie auch bei dem Reduktionsprodukte der Mennige mit Kohlenstaub, bei dem mit Säuren aus

Kalkerdstein und kohlensauren Alkalien mit Säuren entweichenden Gase, bei dem durch Gärung aus den Gewächsstoffen u. s. w. entweichenden Gase zu beobachten seien, nämlich: 1. Löslichkeit in Wasser beim Schütteln; dieses Wasser zeige alle Eigenschaften der Sauerbrunnen und ähnlicher Wässer; 2. Letale Wirkung dieses Gases auf Tiere in einigen Sekunden; 3. Verlöschen der Kerzen und überhaupt aller brennbaren Körper; 4. Fällung von Kalkwasser; 5. Absorption in Laugen, denen es seine kaustischen Eigenschaften hierbei nehme.

Nun geht Lavoisier an die Reduktion des Quecksilberkalkes, ohne jeden Zusatz. Er erhitzt in ganz kleinen Retorten (mit sehr langen, schmalen Hälsen) und fängt das entwickelte Gas über Wasser auf. Aus 1 once Quecksilberkalk erhielt er so 7 gros 18 grains Quecksilber (90,7 %, berechnet 92,6 %) und 78 pouces cubiques[53]) Gas (= 154 ccm; für trockenen Sauerstoff bei 0° und 760 mm berechnen sich 1585 ccm). Hieraus folge, angenommen daß aller Gewichtsverlust des Quecksilberkalkes der entwichenen Luft zuzuschreiben sei, daß jeder Kubikzoll derselben etwas weniger als $^2/_3$ eines Granes wiegen müsse, welches dem spezifischen Gewicht der Luft sehr nahe käme. Mit der erhaltenen Gasmenge stellt er Versuche an, und er findet mit „vieler Bestürzung“[54]) (s. oben S. 21, auch Anm. 44), daß sie durch Wasser nicht absorbierbar sei; daß sie Kalkwasser nicht fälle, sondern nur auf eine beinahe unmerkliche Art trübe; daß sie weder durch fixe noch durch flüchtige Alkalien gebunden würde, und diesen ihre kaustischen Eigenschaften nicht nehme; daß sie Metalle wieder zu verkalken vermöge, und daß endlich ihr Volumen durch $^1/_3$ Volumteil Stickoxyd ebenso wie atmosphärische Luft vermindert würde; kurz, die erhaltene Luftart besitze keine Eigenschaft der fixen Luft. Nicht nur, daß sie auf Tiere nicht tödlich wirke, zeige sie sich zum Atmen tauglicher, ebenso unterhalte sie die Verbrennung von Kerzen und Flammen lebhafter als gewöhnliche atmosphärische Luft. Lavoisier ist darum davon überzeugt, daß diese Luft nicht allein gewöhnliche, ja sogar weit reinere Luft als die in der wir leben, sei. Es scheine ihm erwiesen, daß der Grundstoff, welcher sich bei der Verkalkung mit den Metallen verbinde und ihr Gewicht vermehre, nichts anderes sei als der reinste Anteil der uns umgebenden Luft, der hierbei aus dem fluidalen in den starren Zustand übergehe. Wenn man nun diese reinste Luft, bei Reduktionen von Metallen mit Kohle, als fixe Luft erhalte, so rühre dies von einer Verbindung der Kohle mit dem reinen Anteile der Luft her, und es sei sehr wahrscheinlich, daß alle Metallkalke nur gewöhnliche Luft geben würden,

wenn man sie, wie den Quecksilberkalk, ohne jeden Zusatz reduzieren könnte. Alles von der Luft der Metallkalke Gesagte lasse sich auch auf die aus Salpeter durch Verpuffen gewonnene Luftart anwenden. Man wisse, daß diese Luft größtenteils sich wie die fixe Luft verhalte; da nun aber die Verpuffung des Salpeters nur bei Gegenwart von Kohle oder von anderen Körpern, welche „Brennbares“ enthalten, stattfinden könne, so müsse man annehmen, daß eine Umwandlung der in dem Salpeter enthaltenen gemeinen oder atmosphärischen Luft in fixe Luft erfolgt sei. Die Tatsache, daß gemeine Luft durch ihre Vereinigung mit Kohle fixe Luft ergebe, lasse zwar die natürliche Schlußfolgerung ziehen (wie es Priestley getan), daß die fixe Luft nichts anderes sei als eine Verbindung der gemeinen Luft mit Phlogiston; bei aller Wahrscheinlichkeit spreche jedoch viel dagegen. Die Frage müsse noch unentschieden bleiben, er hoffe aber bald die Gründe für diese seine Zweifel vorlegen zu können.

Aus dieser Uebersicht über die Lavoisiersche Abhandlung in ihrer ursprünglichen Form erhellt sein Standpunkt im April 1775: daß es atmosphärische Luft als Ganzes in ihrer möglichst reinsten Form sei, welche die Verkalkung, Verbrennung und Respiration bedinge. Ganz anders sind nun seine Anschauungen in der 1778 (in den Memoiren der Akademie für 1775) erschienenen Abhandlung zum Ausdrucke gebracht. Da ist es nicht mehr die Luft, die als Ganzes, Unzersetztes sich mit den Metallen verbindet, sondern ihr reinster, der Gesundheit zuträglichster Teil (n'est autre chose que la portion de l'air la plus salubre et la plus pure); da ist die nach seiner früheren Ansicht im Salpeter in fester Form vorhandene „de l'air commun, de l'air atmospherique“ nunmehr „la portion respirable de l'air de l'atmosphère“, also nicht mehr gemeine atmosphärische Luft, sondern „der zum Atmen taugliche Anteil der Luft des Dunstkreises“[55]), welcher einer der Bestandteile der Salpetersäure sei; da geben die Metallkalke fast insgesamt, wie Mercurius praec. per se bei der Reduktion ohne Zusatz, nicht mehr „de l'air commun“, sondern „de l'air éminemment réspirable“; da erfolgt beim Verpuffen des Pulvers nicht mehr eine Umwandlung „de l'air commune en air fixe“, vielmehr ist der Fall „l'air fixe est le résultat de la combination de la partie éminemment réspirable de l'air avec le charbon“; da ist die unsichere Frage, ob die fixe Luft im Sinne Priestleys eine Verbindung der gemeinen Luft mit Phlogiston wäre, bestimmt dahin beantwortet, daß die fixe Luft eine Verbindung der zum Atmen tauglichen Luft mit Kohle sei; da ist die Bemerkung, daß die Luftart des Mercurius praec. per se

ihr Volumen genau so wie die gewöhnliche Luft durch $^1/_3$ Volum Stickoxydzusatz vermindere, ganz weggelassen; bloß die äußere Form und ein großer Teil des Inhaltes ist bei dieser, mit Hilfe der bis zum Jahre 1778 erworbenen Kenntnisse vorgenommenen Retouche, beibehalten worden.

Wie geschickt Lavoisier die Versuche Anderer zur Unterstützung seiner eigenen Behauptungen heranzuziehen weiß, geht aus seiner am 20. April 1776 in der Akademie gehaltenen Vorlesung: „Memoire sur l'existence de l'air dans l'acide nitreux et sur les moyens de décomposer & de recomposer cet acide“ [56]) hervor, wo er im Gegensatze zu seiner sonstigen Gepflogenheit ausdrücklich anerkennt, daß unter den in dieser Abhandlung vorkommenden Versuchen, wenn man es genau nehmen wolle, kein einziger sei, von welchem sich Priestley nicht den ersten Gedanken zueignen könnte. „Da“ — meint er — „uns die nämlichen Tatsachen aber auf einander gerade entgegenstehende Schlußfolgerungen geführt haben, so hoffe ich, daß man mir wenigstens nicht das Eigentum der Folgerungen streitig machen wird, wenn man mir auch vorwerfen wollte, Beweise aus den Schriften dieses berühmten Naturkündigers entlehnt zu haben“ [57]).

In dieser Abhandlung treten Lavoisiers Ansichten über die Zusammensetzung der Luft deutlicher hervor. Unter Bezugnahme auf seine in den Opusc. phys. et chim. dargestellten Versuche über die Verbrennung des Kunkelschen Phosphors im abgesperrten Luftraume, wo er aus der $^1/_5$ ausmachenden Volumabnahme einerseits und der Gewichtszunahme des Phosphors anderseits die Schlußfolgerung gezogen habe, daß die hierbei entstandene Phosphorsäure zum Teil aus Luft oder wenigstens aus einem in der Luft befindlichen luftförmigen Stoffe bestehe, wird er bei der ferneren Analogie der Schwefelsäurezusammensetzung auf die Vermutung gebracht, daß überhaupt alle Säuren größtenteils aus Luft beständen und sich nur durch die Verschiedenheit der zu dieser Luft sich beigesellenden Grundstoffe voneinander unterschieden. Diese ziemlich wahrscheinliche Mutmaßung sei bei der Anwendung der Erfahrung auf die Theorie in dem Sinne bestätigt worden, daß es nicht die Luft allein, sondern der reinste Teil der Luft sei, der sich in der Zusammensetzung aller Säuren ohne Ausnahme finde, und daß diese Luft den Säuren ihren Charakter verleihe. An der Salpetersäure zunächst wolle er nun seine Betrachtungen der Prüfung unterziehen.

Lavoisier analysiert die Salpetersäure, indem er in ihr Quecksilber löst und die entwickelten Gasmengen auffängt. Nach dem

Aufhören der spontanen Gasentwicklung und Lösen des gesamten Hg erhitzt er in demselben Gefäß, und erhält dabei eine frische Gasentwicklung, bis das Quecksilber wieder in metallischer Form erscheint (das bis auf wenige grains genau wiedergewonnen wurde). Die letzten Anteile der Gasentwicklung enthalten Luft von größerer Reinheit als die der gewöhnlichen Luft, es sei dieselbe Luftart, welche er aus dem Mercurius praec. per se dargestellt und die Priestley aus vielen Stoffen mit Salpetersäure erhalten habe. „Zu gleicher Zeit war das Quecksilbersalz (Merkuro- und Merkurinitrat) zu einem schönen roten Niederschlage geworden, und wie ich fortfuhr, es bei einer gemäßigten Stufe des Feuers zu treiben, so erhielt ich von demselben in einer Zeit von 7 Stunden 224 Würfelzolle einer viel reineren Luft als die gemeine ist, in welcher Lichter mit einer viel größeren, breiteren und lebhafteren Flamme brannten, und welche ich nicht verkennen konnte, sondern allen ihren Merkmalen nach für die nämliche halten mußte, welche ich (sic!) aus dem unter der Benennung des Quecksilberniederschlages vor sich bekannten Quecksilberkalke erhalten hatte, und welche Herr Priestley aus sehr vielen Stoffen durch die Behandlung mit dem Salpetergeiste erhalten hat“[58]). Hier schon, und nicht wie Hermann Kopp annimmt[59]) erst 1782, findet sich die Beanspruchung der selbständigen Entdeckung des Sauerstoffes.

Noch auffälliger und unangenehmer empfindet man dieses skrupellose Vorgehen gerade bei der Frage über die Entdeckung des Sauerstoffes, wenn man die Bemerkung Lavoisiers in seiner 1785 (für das Jahr 1782) erschienenen „Abhandlung über ein Mittel, die Wirkungen des Feuers oder der Wärme bei chemischen Operationen beträchtlich zu vermehren“ liest, wo es heißt: „Man wird sich erinnern, daß ich in der Ostersitzung 1775 dem Publikum die Entdeckung einer neuen Luftart ankündigte, die ich einige Monate vorher mit Herrn Trudaine in dem Laboratorium zu Montigny gemacht hatte, eine Luftart, welche damals noch ganz unbekannt war, und die wir durch die Reduktion des Mercurius praec. per se erhalten hatten. Herr Priestley, der diese Luftart beinahe zu gleicher Zeit mit mir entdeckte, und ich glaube selbst noch wohl vor mir und sie vorzüglich durch die Verbindung der Mennige und verschiedener anderer metallischen Substanzen mit der Salpetersäure erhielt, nennt sie dephlogistisierte Luft, aber da spätere Versuche lehrten, daß sie allein das Leben der Tiere, welche Atem holen, unterhalten könne, so nannte sie der Verfasser der Histoire de l'Acad. und nach ihm die meisten Chemisten Lebensluft“[60]).

Aus diesen Worten erhellt so recht deutlich die Unverfrorenheit, mit der Lavoisier sich zu den Entdeckungen anderer Forscher zu stellen vermochte. Er habe das Gas aus Mercurius praec. per se, Priestley aber „aus sehr vielen Stoffen durch die Behandlung mit dem Salpetergeiste“ gewonnen! Hatte nun nicht Priestley persönlich, in Gegenwart von anderen französischen Chemikern, Lavoisier von der Darstellung dieses Gases aus eben diesem Mercurius praec. per se berichtet? Lavoisier hatte diese Tatsache stets verschwiegen, hier aber geradezu die tatsächlichen Verhältnisse mit Bewußtsein unwahr dargestellt.

Nachdem Lavoisier — um seine obige Abhandlung weiter zu verfolgen — die Salpetersäure analysiert hat, bestätigt er seine Anschauung durch die Synthese der Säure, indem er Salpeterluft mit „reiner Luft“ bei Gegenwart von Wasser mischt. Hierdurch beweist er das Vorhandensein „der Luft oder vielmehr einer reinen und (wenn es erlaubt ist, sich dieses Ausdrucks zu bedienen) luftigeren (plus air) als die gemeine Luft in derselben“. Als Stütze für seine Ansicht dient ihm noch die Beobachtung, daß weder der Salpeterluft (Stickoxyd) noch der reinen Luft (Sauerstoff) saure Eigenschaften zukommen. Bei seiner Salpetersäuresynthese (22 Volumteile Stickoxyd mit 12 Teilen Sauerstoff) erhielt er eigentlich Stickstoffdioxyd, das sich in Wasser sofort zu einer sauren Flüssigkeit löste und mit Kali angeblich wahren Salpeter gab, alles Reaktionen, die ihm notgedrungen als für die Salpetersäure charakteristisch erscheinen mußten. Um konzentrierte Salpetersäure bei dieser Synthese erhalten zu können, nimmt er die Mischung der beiden Gasbestandteile über Quecksilber vor, auf dem eine kleine Lage Wasser schwimmt. Je nach der angewandten Wassermenge sei die Säure mehr oder weniger konzentriert gewesen. Diese Versuchsanstellung müsse rasch erfolgen, da die entstehende Säure das Quecksilber unter Salpeterluftentwicklung angreife, was ein neuer Beweis für seine Ansicht über die Zusammensetzung der Salpetersäure sei. Statt der reinen Luft könne man ferner zu diesem Versuche auch gewöhnliche atmosphärische Luft nehmen, es sei aber eine viermal größere Menge von derselben erforderlich. Während hierbei die gesamte Salpeterluft verbraucht oder besser kondensiert werde, werde von der angewendeten Menge der atmosphärischen Luft nur $^1/_4$—$^1/_5$ verbraucht und der dabei zurückbleibende Teil sei zur Unterhaltung der Verbrennung oder Respiration nicht mehr fähig. Somit wäre auch fernerhin erwiesen, daß die Luft, welche wir einatmen, nur $^1/_4$ wirklicher Luft (véritable air) enthielte, und daß diese Luft in unserer

Atmosphäre mit 3—4 Teilen einer schädlichen Luft, einer Art Stickluft (mofette), gemischt sei, welch letztere bei einer etwas beträchtlichen Menge die meisten Tiere töten würde. Die folgenschweren Wirkungen des „Kohlendampfes“ auf die Luft, sowie eine Menge anderer Luftarten lassen die Atmosphäre gerade an der Grenze scheinen, an welcher sie den Tieren bereits schädlich würde.

Ob bei diesen Vorgängen Phlogiston in Frage komme, wagt Lavoisier bei der Wichtigkeit der Frage nicht zu entscheiden; da aber das angewandte Quecksilber nach Beendigung der gesamten Gasentbindung in genau derselben Menge, wie zu Anfang vorhanden sei, so deute nichts darauf hin, daß dieses Metall Phlogiston aufgenommen oder abgegeben habe, wofern man nicht behaupten wolle, daß das zur Reduktion des Quecksilbers etwa erforderliche Phlogiston durch die Gefäße gedrungen sei. Ein solches Phlogiston wäre aber von dem Stahls und seiner Schüler verschieden, es ginge auf den Grundstoff des Feuers zurück, auf den in den Körpern gebundenen Feuerstoff, eine Lehrmeinung, die von dem Stahlschen Lehrgebäude abführe und dazu noch älter als dieses sei. Zum Schlusse wendet sich Lavoisier gegen die Ansichten Priestleys, dem er übrigens die Ehre für das Interessante in der vorliegenden Abhandlung zuerkennt. Die Luft enthalte nicht (wie Priestley meine) Salpetersäure, sondern umgekehrt die Salpetersäure enthalte Luft und „diese einzige Bemerkung gebe den Schlüssel zu sehr vielen Versuchen, welche in dem 3., 4. und 5. Abschnitte des 2. Bandes des Herrn Priestley enthalten sind“.

Einen weiteren Ausbau der Verbrennungstheorie Lavoisiers bedeutet die am 16. April 1777 verlesene Abhandlung „Ueber die Verbrennung des Kunckelschen Phosphors und die Beschaffenheit der Säure, welche durch diese Verbrennung entsteht“ [61]). Er weist hier nochmals auf seine früheren Versuche über denselben Gegenstand hin, daß die Verbrennung des Phosphors mit einer Luftabsorption und Gewichtsvermehrung des Phosphors verbunden sei. In einem abgeschlossenen Volumen atmosphärischer Luft verschwinde nur $^1/_5$ dieser Luft, während $^4/_5$ eines anderen Gases zurückblieben. Diese restierende Luftart sei nicht dichter als die atmosphärische Luft, ihre Dichte hätte sogar eher ab- als zugenommen. Völlig von der Beschaffenheit einer Stickluft (moufette), könne sie weder Atmung der Tiere, noch Verbrennung oder Entzündung unterhalten; er nenne sie daher Stickluft der Atmosphäre (Moufette atmosphérique). Diese Luft werde, mit ebenso viel aus Blei- oder Quecksilberkalk dargestellter

dephlogistisierter oder besonders atembarer Luft vermischt, als beim Verbrennen absorbiert worden, wieder zum Atmen tauglich und erhalte überhaupt die Eigenschaften wieder, die sie vor der Verbrennung gezeigt.

Aus diesen Versuchen mit Phosphor und analogen mit Schwefel macht nun Lavoisier Rückschlüsse auf die Zusammensetzung der Atmosphäre. Er stellt die Behauptungen auf, daß die atmosphärische Luft sich, wie er es schon verschiedene Male vorausgesagt habe, aus ungefähr $^1/_4$ dephlogistisierter oder zum Atmen tauglicher und $^3/_4$ schädlicher Stickluft, von unbekannter Beschaffenheit, zusammensetze; daß der Phosphor beim Verbrennen nur auf den vorzüglich zum Atmen tauglichen Anteil der atmosphärischen Luft wirke, ohne die Stickluft irgendwie zu tangieren, weshalb man diese Luft als einen bei der Verbrennung bloß passiv sich verhaltenden Stoff anzusehen habe; daß endlich die Vitriol- und Phosphorsäure über die Hälfte ihres Gewichtes aus besonders atembarer Luft bestehe.

Lavoisier hatte bisher seine Verbrennungstheorie nur auf die Fälle angewandt, wo bei der Absorption des Sauerstoffes während der Kalzination keine gasförmigen Verbrennungsprodukte auftraten. Angeregt durch die Versuche Priestleys[62]), über die Wirkung der Luft bei der Respiration, der „durch sehr scharfsinnige und sehr kitzliche Versuche einer ganz neuen Gattung zu beweisen gesucht, daß das Atmen der Tiere die Eigenschaft besäße, die Luft, wie die Verkalchung der Metalle und verschiedene andere chemische Prozesse, zu phlogistisieren und daß sie nur erst in dem Augenblicke zum Atmen tauglich zu sein aufhörte, da sie mit Brennbarem (Phlogiston) überladen und gewissermaßen gesättigt würde“[63]), beschäftigt er sich mit Versuchen über die Atmung der Tiere. In seinem berühmten Vortrag vom 3. Mai 1777[64]) wendet er sich gegen die Ansichten Priestleys, die er mit vielen Erscheinungen im Widerspruche findet, und kommt auf Grund seiner eigenen Ansichten zu einem diametral entgegengesetzten Resultate.

Er erhitzt zunächst in einem durch Quecksilber abgesperrten Luftvolumen eine bestimmte Menge Quecksilber 12 Tage und Nächte lang und findet hierauf eine Kontraktion von $^1/_6$ des ursprünglichen Volumens und einen zur Einatmung, Verbrennung und zur Reaktion mit Stickoxyd ungeeigneten Luftrückstand. Der entstandene rote Quecksilberkalk liefere bei der durch bloße Hitze bewirkten Reduktion fast genau so viele Luft zurück als das Quecksilber aufgenommen habe. Durch Zumischung dieser Luft zu der bei der Kalzination des

Quecksilbers zurückgebliebenen Luftart erhalte man die gemeine atmosphärische Luft in genau demselben Zustande wieder wie vor ihrer Dekomposition bei der Verkalkung des Quecksilbers. Daraus ergäben sich die strikten Beweise, daß $^5/_6$ der atmosphärischen Luft als Stickluft zur Unterhaltung des Atmens der Tiere, der Entzündung und Verbrennung der Körper untauglich seien; daß bloß $^1/_5$ der Atmosphäre der Atmung dienen könne; daß Quecksilber bei der Verkalkung nur diesen heilsamen Teil der Luft absorbiere und hierbei Stickluft übrig lasse; daß man endlich durch Vermischung dieser beiden Luftbestandteile wiederum atmosphärische Luft erhalte.

Diese Verhältnisse bei der Verkalkung der Metalle fänden auch auf die Vorgänge bei der Tieratmung statt. Ein Sperling, der in ein durch Quecksilber abgesperrtes Luftvolumen von 31 Würfelzollen gebracht werde, erleide in etwa einer Stunde den Tod. Das Volumen der Luft kontrahiere sich hierbei nur ganz unbedeutend, höchstens um $^1/_{60}$ des Ganzen. Die zurückbleibende Luft sei aber von der atmosphärischen Luft verschieden, sie lösche Flammen aus und werde durch Salpeterluft nicht beeinflußt, und scheine überhaupt sonst der beim Verkalken des Quecksilbers zurückbleibenden Luftart sehr ähnlich. Sie unterscheide sich aber von jener anderen Stickluft dadurch, daß sie Kalkwasser fälle und ihr Volumen mit kaustischem Alkali zur Kontraktion bringe. Der nach dieser Behandlung von der Luftart zurückbleibende Gasrest erweise sich nunmehr als völlig identisch mit dem bei der Verkalkung von Quecksilber zurückbleibenden Luftrückstande.

Die durch das Atmen verdorbene Luft könne in der Weise wieder regeneriert werden, daß man ihr erstens durch Kalk oder Aetzalkali die fixe Luft (oder wie er sie nun nennt, die luftförmige Kreidensäure, acide crayeux aëriforme) entziehe und zweitens die verlorene Menge zum Atmen vorzüglich taugender oder dephlogistisierter Luft wieder zufüge. Notwendigerweise müsse der Atemprozeß das Umgekehrte dieser beiden Stufen bedeuten, wobei zwei Möglichkeiten der Erklärung sich ergäben: entweder werde der atembare Teil der Luft beim Durchgange durch die Lungen in luftförmige Kreidensäure (CO_2) verwandelt, oder aber es finde dort lediglich ein Austausch der eingeatmeten heilsamen Luft gegen ein ungefähr gleiches Volum dieser Kreidensäure statt. Wenn die Erfahrung zwischen diesen beiden Schlußfolgerungen noch keine Entscheidung gestatte, so spreche für die erstere Möglichkeit der Umstand, daß die vorzüglich zum Atmen taugliche Luft durch einen Zusatz von Kohlenstaub ganz und gar

in luftförmige Kreidensäure verwandelt werden könnte, wogegen die zweite Ansicht darin eine Stütze finde, daß viele Stoffe durch ihre Verbindung mit der atembaren Luft eine rote Farbe erhielten, wie z. B. Quecksilberkalk, Mennige und Colcothar (Totenkopf). Es ließe sich nun aus der roten Farbe des Blutes vielleicht schließen, daß genau so wie beim Quecksilberkalke und der Mennige die Röte des Blutes von der Verbindung der vorzüglich zum Atmen tauglichen Luft oder „von der Verbindung des Grundteils, der vorzüglich zum Atmen tauglichen Luft“ [65]) herrühre.

Ob nun beim Atemprozeß der eine oder der andere Vorgang tatsächlich stattfinde oder aber, wie Lavoisier eher anzunehmen geneigt ist, beides zugleich erfolge: als Tatsachen seien erwiesen, daß durch das Atmen nur der reine, vorzüglich zum Atmen taugliche Anteil der atmosphärischen Luft in Reaktion gezogen werde, wogegen der stickluftige Teil als lediglich passiver Bestandteil die Lungen unvermindert und unangegriffen passiere; daß die Verkalkung von Metallen in einem gegebenen Volumen von Luft nur bis zur Erschöpfung des zum Atmen tauglichen Luftbestandteiles gehe; daß Tiere in einem abgeschlossenen Luftvolumen nach Aufnahme des größten Teiles jenes zum Atmen tauglichen Luftanteiles oder Umwandlung in luftförmige Kreidensäure und nach Hinterlassung des Luftrestes als Stickluft, zu Grunde gehen; und daß endlich die nach der Verkalkung der Metalle zurückbleibende Stickluft von der beim Atmen der Tiere restierenden Luft keineswegs verschieden sei, sofern nur die letztere von der luftförmigen Kreidensäure befreit werde.

Die Verfolgung der Arbeiten Lavoisiers bis zu diesem Zeitpunkte, die etwas eingehender zu besprechen nötig erschien, um ein Bild von der Arbeits- und Denkweise dieses Mannes zu gewinnen, zeigt nirgends, daß er bisher von der Phlogistontheorie Abstand genommen hätte. Erst in der 1777 erschienenen „Abhandlung von dem Verbrennen der Lichter, in der Luft des Dunstkreises und in der, vorzüglich zum Atmen tauglichen Luft“ [66]) erklärt er, daß er im Begriffe sei, „Stahls Lehre vom Brennbaren durch eine Reihe von Versuchen zu bestreiten“ [67]). Bedenkt man, daß Lavoisier seit 1765 sich mit der Chemie selbständig zu beschäftigen anfing, so ergibt sich, daß es doch eines, wenn auch verhältnismäßig sehr kurzen Zeitraumes von etwa 12 Jahren bedurfte, um in ihm ernsthafte Zweifel an den phlogistischen Lehren aufkommen zu lassen. Es ist also lediglich

Fiktion, wenn von den Lobrednern Lavoisiers[68]) mit großem Pathos der Glaube zu erwecken gesucht wird, daß Lavoisier von Anfang an sich die Aufgabe gestellt hätte, an Stelle des phlogistischen Lehrgebäudes ein neues zu errichten, als ein Forscher, der nie von den phlogistischen Lehren befangen gewesen sei. Ebensowenig plausibel erweist sich die Auffassung, daß Lavoisier darum zur Bezweiflung und Verwerfung der Phlogistontheorie geführt wurde, weil er „kein Chemiker" gewesen sei (Volhard)[13]).

Eine kurze Uebersicht über die Stellungnahme Lavoisiers zu der Phlogistontheorie im Laufe dieser 12 Jahre wird am deutlichsten zeigen, wie er, ursprünglich Phlogistiker, erst allmählich von diesem System abkam:

In seiner ersten, 1768 von der Akademie zu Paris gelesenen Abhandlung über die „Untersuchung des Gipses"[69]), spricht er von „dem Brennbaren (Phlogiston) der Kohlen oder der brenzlichten Oele des Holzes", ohne sich etwa zweifelnd über die Existenz des Phlogistons auszulassen.

In seinen Ausführungen (1772) über Elementarfeuer[70]) bemerkt er wohl, daß das Wesen des Phlogistons nicht völlig erkannt sei, doch läßt sich hieraus und aus den anderen Darlegungen auch nicht im entferntesten etwa eine Bestreitung der Existenz jenes Phlogistons herauslesen.

Seine Versuche zur „Verfrischung der Mennige in einem Flintenlaufe" [siehe oben S. 15] (1774) mittels Kohle lassen ihn (nachdem er nicht entscheiden will, ob die Kohle oder „kohlichten" Stoffe überhaupt dazu dienen, „wie die Schüler des Herrn Stahl meinen, den Metallen das verlorene Brennbare wieder zu geben," oder ob sie in die Zusammensetzung der „elastischen Flüssigkeit" [der entstandenen CO_2] eingehen) vermuten, daß die „hauptsächlichste Bestimmung der Kohle in allen kohlichten Stoffen, welche zu den Wiederherstellungen (Reduktionen) angewandt werden, die sein würde, der gebundenen elastischen Flüssigkeit das Brennbare (Phlogiston), das Feuerwesen, und zu gleicher Zeit die davon abhängende Schnellkraft wieder zu geben". Und er betont da weiter, daß „wie abstimmig diese Meinung auch von der Stahlschen zu sein scheinen mag", diese sich „doch vielleicht mit derselben vereinbaren" lasse. Man kann hieraus ersehen, daß er sich zur Zeit durchaus nicht so sicher fühlt, wenn er seine von der Stahlschen Theorie abweichende Erklärungsweise darlegt.

Im Jahre 1775 vertritt er noch durchaus den phlogistischen Standpunkt, wenn er in seiner „Abhandlung von der Beschaffenheit

des Grundstoffes, welcher sich mit den Metallen, während ihrer Verkalchung verbindet und ihr Gewicht vermehrt“ [49]) (siehe oben S. 22) von der Reduktion der Metallkalke spricht. Als diese Abhandlung 1778 in den Memoiren der Akademie für das Jahr 1774 gedruckt wurde, ist da, wie wir oben (S. 25) verfolgt haben, seine Anschauung mit Hilfe der bis dahin gewonnenen Erkenntnisse eine wesentlich andere. Man findet hier nicht mehr die Sätze und Ausdrücke, die in der ursprünglichen Fassung sich auf die Anerkennung des Phlogistons bezogen.

In seinen Ausführungen (siehe oben S. 26) über das Vorhandensein der Luft in der Salpetersäure [57]) (1776) meint er, daß bei der Reduktion des durch Salpetersäure verkalkten Quecksilbers durch bloßes Erhitzen, nichts für die Mitwirkung des Phlogistons spreche, wofern man nicht annehmen wolle, daß jenes zur Reduktion erforderliche Phlogiston durch die Gefäßwände gedrungen sei. Dies wäre aber ein Phlogiston, das schon älteren Ursprunges sei als das Stahlsche, da es auf den Grundstoff des Feuers zurückgehe. Hier ist Lavoisier, wie wir später (S. 48—50) sehen werden, erst nach Bayen zu dieser Erkenntnisstufe gelangt.

Jetzt erst schickt sich Lavoisier an [66]), die Stahlsche Phlogistontheorie zu bestreiten. In seiner „Abhandlung vom Verbrennen überhaupt“, die er im September 1777 verlas, erklärt er die Phlogistontheorie für „eine Lehrmeinung, eine willkürliche Voraussetzung, welche einige von den Erscheinungen, beim Verkalchen und Verbrennen, zwar erklärt, wenn man sie einmal angenommen hat“, doch glaubt er, daß „das Stahlsche Lehrgebäude bis auf seine Grundlage erschüttert werden“ [72]) wird, wenn er dieselben Erscheinungen auf entgegengesetzte Art, ohne Annahme eines Feuer- oder Phlogistonstoffes erklären könne. Nach seiner Anschauungsweise sei man vor allem nicht genötigt, „wie Stahl tat, zu behaupten, daß Körper, welche am Gewichte zunehmen, einen Teil ihrer Stoffe verlieren“ [73]). Er wiederholt jedoch hier, daß er nicht die Absicht habe an Stelle der Stahlschen Theorie „eine streng erwiesene Lehre, sondern nur eine Lehrmeinung an ihre Stelle zu setzen, welche ihm wahrscheinlicher, den Gesetzen der Natur gemäßer zu sein und nicht so gezwungene Erklärungen und wenigere Widersprüche zu begreifen scheine“ [74]). In seiner „Abhandlung von einem besonderen Verfahren, den Phosphor, ohne Verbrennen, in Phosphorsäure zu verwandeln“ [75]) (1780) gibt er zwar zu, daß die Verteidiger der Stahlschen Lehre für die Vorgänge bei der Einwirkung von Salpetersäure auf Phosphor eine andere „sehr annehmliche“ Erklärung hätten, und er ist „weit davon entfernt, zu behaupten,

daß sich diese Erklärung, bei dem damaligen Zustande der Kenntnisse, nicht behaupten ließe“ [76]), doch setze sie unbewiesene Tatsachen voraus. Im übrigen habe er mit seiner neuen Lehre nur zu zeigen versprochen, daß man bei der Erklärung der chemischen Erscheinungen von der Annahme eines besonderen Grundstoffes, des Stahlschen Phlogistons, absehen könne und er hoffe, daß er sein Versprechen auch erfüllen können werde.

Die Ansichten Lavoisiers hatten trotz ihrer Klarheit und ihrer experimentellen Beweisgründe zu dieser Zeit nicht vermocht, die Phlogistontheorie ins Wanken zu bringen. Nach seiner Theorie konnte man eben nur die Verbrennungs- und Verkalkungserscheinungen ohne die unbewiesene Annahme des Phlogistons ungezwungen erklären. Zudem konnte das neue System Lavoisiers über die Bildung der Metalllösungen in Säuren unter gleichzeitiger Entwicklung von brennbarer Luft nicht so befriedigenden Aufschluß geben als die Phlogistontheorie. Man wußte, daß in allen Lösungen von Metallen in Säuren das verkalkte Metall mit der betreffenden Säure sich verbindet. Darüber herrschte durchaus kein Zweifel. Woher erhielten nun die Metalle den zu ihrer Verkalkung erforderlichen Sauerstoff und ferner, woher stammte der beim Auflösen sich entwickelnde Wasserstoff? Die Neo-Stahlianer erklärten das leicht, da für sie das Phlogiston mit dem Wasserstoff identisch war. Nach ihrer Anschauung waren Metallkalk und Wasserstoff-Phlogiston die Bestandteile der Metalle, beim Auflösen sollte einfach das Phlogiston entweichen und als brennbare Luft in Erscheinung treten. Lavoisier wußte wohl, daß diese Erklärung irrig sein mußte, da der Metallkalk schwerer ist als das aus ihm darstellbare Metall, doch vermochte er ebensowenig diese Erscheinungen in anderer Weise zu begreifen. Dazu bedurfte es erst der Erkenntnis über die Zusammensetzung des Wassers.

Lavoisier war im Sinne seiner Anschauung, daß bei jeder Verbrennung „der verbrannte Körper durch Zusatz des Stoffes, welcher sein Gewicht vermehrt, zu einer Säure werde“ [77]), der Ansicht, daß auch bei Verbrennung der aus wässerigen Säuren mit Metallen entwickelten brennbaren Luft eine Säure entstehen müsse. Seine (zur Feststellung der hierbei auftretenden Verbrennungsprodukte) im Herbst des Jahres 1777 und weiter im Winter 1781/82 unternommenen Versuche verliefen jedoch, da er zur Bindung der Verbrennungsprodukte Wasser und wässerige Lösungen alkalischer Stoffe anwandte, resultatlos.

Warltire, ein Verwandter Priestleys, der schon 1777 beobachtet hatte, daß in einem mit Wasser abgesperrten Luftraume ver-

brennende „brennbare Luft“ (Wasserstoff) nach dem Erlöschen Nebel zeigte, fand 1781 bei (gemeinschaftlich mit Priestley unternommenen) Explosionsversuchen von Wasserstoff-Luftgemischen, in geschlossenen Kupfer-, besonders aber Glasgefäßen, an der Innenwandung stets Feuchtigkeit, ein Umstand, der ihn in seiner schon lange vertretenen Ansicht bestärkte, daß gewöhnliche Luft infolge ihrer Phlogistisierung ihre Feuchtigkeit niederschlage. Bei diesen Versuchen fand Warltire Abnahmen der geschlossenen Gefäße an Gewicht, was er auf die bei der Explosion entweichende Wärme zurückführen zu müssen glaubte. In demselben Jahre wiederholte Cavendish diese Explosionsversuche, wobei er viel größere Glasgefäße verwendete. Er konnte jedoch keine Gewichtsänderung konstatieren. Er fand vielmehr beim Verbrennen von 500000 Grain „brennbarer Luft“ mit der $2\frac{1}{2}$fachen Menge gewöhnlicher Luft und Durchleiten der Verbrennungsprodukte durch einen 8 Fuß langen und etwa $\frac{3}{4}$ Zoll im Durchmesser zeigenden Glaszylinder mehr als 135 Grain reines Wasser, woraus er folgert, daß die gesamte brennbare Luft und etwa $\frac{1}{5}$ der gewöhnlichen Luft in reines Wasser umgewandelt würden. Cavendish veröffentlichte diese Versuche in seinen „Untersuchungen über die Luft“ in den „Philosophical Transactions“ von 1784.

Im Verlaufe seiner interessanten Ausführungen gibt er hier an: „Im letzten Sommer (1781) teilte einer meiner Freunde (Charles Blagden) Herrn Lavoisier diese Versuche und die aus denselben gezogenen Schlüsse mit, nämlich daß dephlogistisierte Luft Wasser sei, dem das Phlogiston entzogen wurde. Lavoisier war damals weit davon entfernt, diese Anschauung für richtig zu halten. Er konnte sich, bevor er die Versuche selbst wiederholt hatte, nur schwer zu dem Glauben entschließen, daß zwei Luftarten in ihrer ganzen Menge in Wasser übergeführt werden können“ [78]). Tatsächlich hatte auch Blagden bei einem Besuche in Paris im Juni 1783 den Mitgliedern der Pariser Akademie, unter ihnen auch Lavoisier, von dieser Entdeckung Mitteilung gemacht.

Die Raschheit und Sicherheit, mit der Lavoisier von dieser Mitteilung Nutzen zu ziehen weiß, ist in gleicher Weise für seinen Scharfblick wie für die Skrupellosigkeit, mit der er die Entdeckungen anderer für sich in Anspruch nahm, charakteristisch. Auf Aufforderung der Akademie wiederholte Lavoisier in Gemeinschaft mit Laplace am 24. Juni 1783 den (ihm eben bekannt gewordenen) Versuch Cavendishs in seiner Wohnung. Wenige Tage darauf teilte Laplace Deluc in einem Briefe [79]) nach Genf mit, daß sie bei der Wieder-

holung des Cavendishschen Versuches der Umwandlung von Wasserstoff und Sauerstoff in Wasser noch nicht wüßten, ob das Gewicht des erhaltenen Wassers dem der beiden Gase entspräche. „Dieser Versuch muß mit der größten Aufmerksamkeit wiederholt werden, denn er scheint mir von der allergrößten Wichtigkeit zu sein“ [80]).

Ueber die erhaltenen Resultate machte Lavoisier am 12. November 1783 in der öffentlichen Vorlesung Mitteilung. Im Dezemberheft des von Rozier herausgegebenen „Journal sur la Physique“ [81]) erschien hiervon ein Auszug, woraus deutlich zu ersehen ist, daß die Versuche angestellt worden waren, um die Versuche von Cavendish zu verifizieren. Die bei der Verbrennung von Wasserstoff-Sauerstoff erhaltenen 5 gros Wasser entsprächen ungefähr dem Gewicht der beiden vereinigten Luftarten, und es sei schwer, den Gedanken zurückzuweisen, daß bei diesem Versuche Wasser künstlich dargestellt worden sei, und daß die Bestandteile dieser Flüssigkeit brennbare und dephlogistisierte Luft seien, wenn man von der bei der Verbrennung frei gewordenen Feuermenge absehe.

Wie stellt nun Lavoisier die Sachlage dar? Sein Bericht über diese Versuche erschien 1784 in den für das Jahr 1781 gedruckten Memoiren der Akademie [82]), wo bemerkt ist, daß diese Abhandlung bei der öffentlichen Versammlung Martini 1783 verlesen wäre und nachher einige Zusätze in Bezug auf die Versuche Meusniers [83]) gemacht worden seien. Lavoisier will sich, „weil man über den ersten Entdecker Zweifel gemacht hat“, wer gefunden, daß sich als Resultat aus der Verbrennung der Lebensluft und brennbaren Luft Wasser bildet, „in die Folge der Versuche, die ihn darauf gebracht haben, genauer einlassen“ [84]). Im September 1777, wo er von den Versuchen Macquers (Dictionn. d. Chim., 2. Aufl., Art. Brennbare Luft) aus dem Jahre 1776 oder 1777 (der auf einer in die Flamme brennenden Wasserstoffs gehaltenen Porzellantasse Wasser beobachtet habe) noch nichts gewußt hätte, sei er zur Berichtigung der Ansicht Bucquets, wonach beim Verbrennen von Wasserstoff fixe Luft entstehen solle, auf solche Verbrennungsversuche geführt worden. Die Bildung von fixer Luft habe er mit Kalkwasser nicht feststellen können. Beim Wiederaufnehmen dieser Versuche im Winter 1781/82 sei es mit destilliertem, schwach alkalisch gemachtem Wasser nicht möglich gewesen, in dem Verbrennungsprodukte der brennbaren Luft eine Spur von Säure nachzuweisen, was ihn umsomehr in Verwunderung setze, als er erfahren hätte, daß bei jedem Verbrennen eine Säure entstehe (aus verbranntem Schwefel z. B. Vitriolsäure, aus Phosphor Phosphor-

säure, aus Kohlen fixe Luft), und ebenso hätte nach seiner festen Vermutung analog durch das Verbrennen der brennbaren Luft gleichfalls eine Säure entstehen müssen. Bei diesen in geschlossenen Gefäßen vorgenommenen Versuchen sei eigentlich kein Verlust zu beobachten, nur der Stoff des Feuers, der Wärme und des Lichtes vermöchte durch die Poren der Gefäße zu dringen, die beiden Luftarten, brennbare und Lebensluft, könnten jedoch als schwere Körper nicht verschwinden. Es sei darum nötig gewesen, die Versuche genauer und im großen anzustellen.

„Den 24. Juni 1783 machten Herr de la Place und ich diesen Versuch in Gegenwart der Herren le Roi, de Vandermonde, verschiedener Akademisten und Hrn. Blagden, jetzt Sekretär der königl. Societät in London. Dieser letztere berichtete uns, Herr Cavendish habe schon in London versucht, brennbare Luft mit Lebensluft in verschlossenen Gefäßen zu verbrennen und habe eine beträchtliche Menge Wasser bekommen“ [85]).

Lavoisier stellt hier die Verhältnisse fast überzeugend so dar, als ob er lediglich in Konsequenz früherer Versuche zu dem Experimente über die Synthese des Wassers gekommen sei. Abgesehen von den oben angeführten gegenteiligen Angaben, beweist ein wahrscheinlich zu Ende des Jahres 1785 geschriebener, 1786 publizierter Brief Blagdens an Crell [86]), direkt, daß „Lavoisier (anstatt auf die Entdeckung durch die Verfolgung der Versuche geleitet zu werden, die er und Herr Bucquet im Jahre 1777 anzustellen anfingen) bewogen wurde, von neuem dergleichen Versuche anzustellen, bloß durch die Nachrichten, die er von mir — Blagden — und unseren — Cavendishs und Priestleys — englischen Versuchen erhielt, und daß er wirklich nichts entdeckte, was ihm nicht vorher, als schon in England ausgemacht und erwiesen, angezeigt war.“ Dieser, lange vor Lavoisiers Tod veröffentlichte Brief blieb in seinen Angaben völlig unwidersprochen. Weder Lavoisier noch irgend ein anderer der hier in Betracht kommenden Beteiligten versuchte eine Widerlegung.

Ueberhaupt hat Lavoisier niemals selbst die Gewichtsverhältnisse bei der Verbrennung von Wasserstoff-Sauerstoff genau festzustellen vermocht. In seiner erwähnten „Abhandlung über die Zerlegung des Wassers“ erklärt er selbst, daß es ihm und Laplace nicht möglich war, die genaue Menge der Luftarten, die verbraucht worden sei, wegen der Undichtheit der aus den Gasbehältern in die Verbrennungsglocke führenden ledernen Röhren zu bestimmen. „Der Satz, daß das Ganze den Teilen gleich sei, gilt aber sowohl in der

Physik als Geometrie; nun haben wir aber in diesem Versuche nichts als reines Wasser ohne Rückbleibsel bekommen, und glauben also recht zu haben, wenn wir behaupten, das Gewicht sei dem Gewichte der beiden Luftarten zusammengenommen gleich gewesen“ [87]). Man sieht, daß er zunächst in seinen Schlüssen sehr vorsichtig ist, auch wenn er gleich weiter sagt: „Da der Versuch, den ich eben erzählt habe, sehr bekannt geworden war, so berichtete ich ihn den anderen Tag — den 25. Juni 1783 — der Akademie und zweifelte nicht, den Schluß daraus ziehen zu können, das Wasser sei keine einfache Substanz, sondern das Schwere derselben bestehe aus Lebensluft und brennbarer Luft.“ Als nun aber von mehreren anderen Forschern die Gewichtsverhältnisse genauer und übereinstimmender gefunden werden und seine eigenen Versuche über die Analyse des Wassers immer mehr sich den erwarteten und tatsächlichen Verhältnissen anpassen, behauptet er nun, daß er selbst die Gewichtsmengen des Wassers als gleich der gegebenen Gewichtsmenge von Wasserstoff und Sauerstoff mit Sicherheit gefunden habe. Mit einem neuen Apparate will er diese Arbeit wohl wieder aufnehmen, um sich selbst nachträglich von der Gewichtsgleichheit zu überzeugen. Wie Georg W. A. Kahlbaum nachgewiesen [88]), hat aber Lavoisier mit seinem verbesserten Apparate gar keinen Versuch ausgeführt, und so ist lediglich der Wunsch für die Tat genommen, wenn Lavoisier in seinem „Traité elementaire“ behauptet, daß er die Versuche ausgeführt habe und daß er die Versuchsdetails bald veröffentlichen werde. „Lavoisier hat niemals eine exakte Bestimmung der Gewichtsverhältnisse bei der Zusammensetzung des Wassers, zum mindesten in einem einzigen Versuche nicht, ausgeführt“ [89]).

Wie wenig genau Lavoisier es mit historischen Tatsachen nimmt, geht auch aus jener Stelle [87]) hervor, wo er angibt, daß er bereits am 25. Juni 1783 morgens der Akademie über seine aus den Versuchen am vorhergehenden Tage gezogenen Schlußfolgerungen berichtet habe, wonach die Gewichtsverhältnisse der verbrannten Gase zu dem entstandenen Wasser mit einiger Sicherheit festgestellt worden seien. Erinnern wir uns dagegen, daß noch am 28. Juni Laplace an Deluc berichtete [79]), daß sie noch nicht wüßten, ob das Gewicht des erhaltenen Wassers dem der beiden Gase entspreche, und daß der Versuch mit der größten Aufmerksamkeit wiederholt werden müßte.

Mit dem ihm eigenen scharfen Blicke erkannte Lavoisier sofort, daß die Erkenntnis über die zusammengesetzte Natur des Wassers

seinem Lehrgebäude als wesentlichste Stütze dienen werde. Seine Theorie erhielt den letzten und wichtigsten Ausbau und erwies sich in allen ihren Teilen als fest begründet. Nur nach der Entdeckung über die Zusammensetzung des Wassers war es ihm möglich, alle chemischen Vorgänge ohne Annahme eines Phlogistons zu erklären. Lovoisier konnte nunmehr mit größerem Erfolge das Wasserstoff-Phlogiston bekämpfen, denn es war ihm nun ein leichtes zu beweisen, daß in fast allen Fällen die Entbindung von Wasserstoff mit einer gleichzeitigen Wasserzersetzung verbunden war.

Seine Angriffe gegen die Phlogistontheorie nehmen nun einen anderen Charakter an. So bemerkt er in einer „Allgemeine Betrachtungen über die Auflösung der Metalle in den Säuren“[90]) betitelten Abhandlung, die in den Memoiren (für 1782) im Jahre 1785 erschien, jedoch bei dem Umstande, daß darin auf die Zusammensetzung des Wassers Bezug genommen ist, keinesfalls vor 1783 verfaßt sein kann, folgendes: „Man wird sich vielleicht verwundern, daß ich in allen Abhandlungen, die ich seit einigen Jahren der Akademie mitgeteilt habe, wie auch in den jetzigen mich des Wortes Phlogiston noch nicht ein einziges Mal bedient habe. Wer sich erinnert, was ich darüber in meiner Abhandlung über das Verbrennen (Mem. de l'Ac. a. 1777, S. 592) gesagt habe, wird leicht die Ursache erraten, mir scheint nämlich die Existenz dieses Körpers ganz und gar hypothetisch. Dieses Wesen, das Stahl zuerst in die Chemie einführte, hat nicht Licht hineingebracht, sondern vielmehr eine dunkle und unverständliche Wissenschaft für diejenigen daraus gemacht, die sich damit nicht besonders beschäftigen wollen. Das Phlogiston ist der Deus ex machina der Metaphysiker, ein Wesen, das alles erklärt und eigentlich nichts erklärt, dem man wechselweise entgegengesetzte Eigenschaften gibt. Doch ich werde in besonderen Abhandlungen auf diesen Gegenstand zurückkommen und mich genau auf alles einlassen, was mir nötig scheint, um zu zeigen, daß die Existenz des Phlogistons gar nicht bewiesen ist, und daß man ohne es alle Erscheinungen in der Physik und Chemie erklären kann. Was ich aber hierüber zu sagen habe, ist noch nicht völlig reif, und vorher muß ich Rechenschaft von meinen Untersuchungen über die Verwandtschaften des Sauerstoffs mit verschiedenen Substanzen geben“[91]).

Am schärfsten und gefestigtsten geht Lavoisier gegen die phlogistische Lehre in seinen „Bemerkungen über das Phlogiston. Eine Entwicklung der 1777 bekannt gemachten Theorie des Verbrennens und Verkalkens“[92]) vor, einer Abhandlung, die in den Me-

moiren der Pariser Akademie für 1783 im Jahre 1786 erschien. Ob dieselbe überhaupt vor der Akademie gelesen worden ist und wann das etwa geschah, läßt sich mangels sicherer Angaben nicht feststellen. Man ist geneigt, mit Kahlbaum-Hoffmann[93]) anzunehmen, daß sie unter keinen Bedingungen vor 1785 geschrieben worden ist, da sie die Erkenntnis der zusammengesetzten Natur des Wassers durchaus voraussetzt. In diesen seinen Ausführungen, die in jeder Hinsicht außerordentlich klar und logisch sind, bemerkt Lavoisier in dem Bewußtsein, daß sein Vorstoß gegen die althergebrachten Ansichten auf Widerspruch stoßen und erst nach Ueberwindung vieler Schwierigkeiten zur Geltung gelangen werde, gleich zu Anfang: „Ich bitte meine Leser, wenn sie diese Abhandlung zu lesen anfangen, sich so viel als möglich von allen Vorurteilen los zu machen, um die Erscheinungen zu sehen, die sich ihnen darstellen, alles zu verbannen, was Raisonnement hineingelegt hat, sich in die Zeiten vor Stahl zu versetzen und auf einige Zeit, wenn möglich, zu vergessen, daß seine Theorie jemals existiert hat“[94]). Stahl, der „sich nie durch sein System die Ehre verdient haben würde, ein Patriarch der Chemie zu werden, und eine Art von Revolution in dieser Wissenschaft zu bewirken“, wenn er bei der Ansicht stehen geblieben wäre, daß brennbare Körper infolge eines Gehaltes an einem brennbaren Stoffe verbrannten, Stahl habe zwei wichtige Entdeckungen gemacht, die von jedem System und jeder Hypothese unabhängig seien und ewige Wahrheiten bleiben werden, erstens daß die Metalle brennbare Körper seien und daß das Verkalken alle Erscheinungen des Verbrennens zeige, und zweitens, was noch wichtiger sei, daß die Eigenschaft zu verbrennen oder entzündbar zu sein, von einem auf den anderen Körper übertragen werden könne. Stahls Theorie über das Verkalken der Metalle und das Verbrennen überhaupt könne die schon seit alten Zeiten beobachtete, von Boyle bestätigte und zur Zeit als sicher festgestellte Tatsache, daß nämlich alle brennbaren Körper beim Verkalken und Verbrennen an Gewicht zunehmen, nicht erklären, umsoweniger als nach Stahl aus den Metallen bei ihrer Verkalkung und aus den brennbaren Körpern bei ihrer Verbrennung das Phlogiston, ein schwerer Körper, weggehe, und diese Stoffe somit an Gewicht nicht zunehmen, sondern verlieren müßten. Die Chemiker nach Stahl hätten diese Schwierigkeit so viel als möglich vor sich selbst zu verheimlichen gesucht. Macquer habe in der ersten Ausgabe seines chemischen Wörterbuches[95]) von dieser Tatsache kein Wort erwähnt, geschweige vielleicht versucht, sie zu erklären. Baumé[96]),

dessen Chemie kurz nachher erschienen sei, habe den Widerspruch zwischen der Theorie und den Tatsachen sehr wohl gefühlt und dabei aber den Mut gehabt, eine Verbesserung des Stahlschen Systems vorzunehmen. In jener Zeit, als Baumé mit der Abfassung und dem Drucke seiner Chemie beschäftigt gewesen wäre, habe ihn selbst (Lavoisier) ein bei allen Metallreduktionen wahrnehmbarer Umstand, daß nämlich in dem Augenblicke der eintretenden Reduktion von Metallkalken ein beträchtliches Aufbrausen erfolge, zu Untersuchungen über diesen Gegenstand geführt. Er sei zur natürlichen Schlußfolgerung gelangt, daß sich bei diesem Vorgange ein Gas[97]) entwickeln müsse, das er in einem Apparate zu sammeln und aufzufangen versucht habe. Im November 1772 hätte er in einer Schrift an die Akademie gezeigt, daß bei der Reduktion der Mennige, d. h. in dem Zustande, wo sie in Blei übergehe, eine große Menge elastischer Flüssigkeit entstehe, die der völlig ähnlich sei, welche man aus der Kreide, der Kalkerde, den aufbrausenden Alkalien, den gärenden Körpern u. s. w. erhalte.

Diese neuen Tatsachen wären im Widerspruche mit Stahls und Baumés Systeme gewesen. Durch Modifikationen hätten Macquer und noch viele andere es versucht, die Stahlsche Phlogistontheorie derart zu gestalten, daß sie zur Erklärung der widersprechenden Erscheinungen ausreichend erschien. Jedoch wäre durch diese Chemiker aus dem Phlogiston ein unbestimmtes principium gemacht worden, das nicht strenge definiert werden könne und somit zu allen Erklärungen passe, zu welchen man es gerade benötige. „Bald ist es ein schwerer Grundstoff, bald nicht, bald ist es freies Feuer, bald Feuer mit erdigem Grundstoffe verbunden, bald geht es durch die Poren der Gefäße, bald kann es sie nicht durchdringen, es erklärt zugleich die Kaustizität und die Milde, Durchsichtigkeit und Undurchsichtigkeit, die Farben und Farbenlosigkeit. Es ist ein Proteus, der seine Gestalt jeden Augenblick verändert“[98]).

Es wäre darum Zeit — fährt Lavoisier in seinen kritischen Darlegungen fort — die Chemie auf eine genauere Basis des Raisonnements zurückzuführen, Tatsachen und Beobachtungen von dem Systematischen und Hypothetischen zu scheiden und die Grenze anzugeben, zu der die chemischen Kenntnisse zur Zeit gekommen wären, damit die späteren Chemiker in der Folge von diesem Punkte ausgehen und sicher zur Beförderung der Wissenschaft fortschreiten könnten. Nach längeren Ausführungen über seine im Widerspruche mit der Phlogistontheorie stehenden Versuche kommt er dann am

Schlusse zu dem zusammenfassenden Rückblick: „Ich wollte in dieser Abhandlung nur eine neue Entwicklung von meiner Theorie des Verbrennens, die ich 1777 herausgegeben habe, vorlegen. Ich wollte zeigen, daß Stahls Phlogiston ein Wesen der Einbildung ist, dessen Existenz in den Metallen, dem Schwefel, dem Phosphor, in allen brennbaren Körpern bloß nach Belieben angenommen ist, daß alle Erscheinungen des Verbrennens und Verkalkens sich einfacher und leichter ohne Phlogiston als mit dem Phlogiston erklären lassen. Ich erwarte nicht, daß meine Gedanken auf einmal sollen angenommen werden, der menschliche Geist gewöhnt sich an eine Methode zu sehen, und diejenigen, welche die Natur aus einem gewissen Gesichtspunkte während einer Zeit ihres Lebens angesehen haben, finden sich nur mit Mühe in neue Ideen. Die Zeit muß meine Meinungen bestätigen oder widerlegen, unterdessen bemerke ich mit vieler Zufriedenheit, daß junge Leute, welche die Wissenschaft ohne Vorurteil studieren, Mathematiker und Physiker, die noch zu den chemischen Wahrheiten einen unbefangenen Geist mitbringen, nicht mehr an das Phlogiston im Stahlschen Sinne des Wortes glauben, und diese ganze Lehre für eine mehr verwirrende als nützliche Grundlage ansehen, um darauf die Chemie fortzubauen“[99]).

Diese zum besseren Verständnis in ihrer Ausführlichkeit wiedergegebenen Worte sind als das von Lavoisier über die Phlogistontheorie ausgesprochene Verdammungsurteil zu betrachten. Das Lavoisiersche System führte nun die Bezeichnung als „Antiphlogistische Hypothese“, wie es Kirwan[100]), der englisch-irische Chemiker, 1787 benannt hatte. Die Anhänger Lavoisiers hatte Sage[101]) (wahrscheinlich schon vor Kirwan) als „Antiphlogistiker“ bezeichnet. Das Todesurteil vollstreckte Lavoisier — um im Bilde zu bleiben — in einem förmlichen Autodafé über das Phlogiston. Dieser eigenartige und höchst sonderbare Vorgang ist von einem „Herrn von E** in Paris“ an den Herausgeber der Chemischen Annalen, Lorenz Crell, in einem Briefe[102]) vom Jahre 1789 beschrieben: „Ich habe hier ein besonderes Schauspiel erlebt, was mir, als einem Deutschen, sehr unerwartet war und ungemein auffiel. Ich sah den berühmten Herrn Lavoisier im Arsenal ein förmliches Autodafé über das Phlogiston halten, worin seine Gattin (die wirklich viele Kenntnisse in der Chemie hat und verschiedene chemische Schriften übersetzte) die Opferpriesterin machte, Stahl zur Verteidigung desselben als Advocatus diaboli erschien, wo bei allem dem aber doch das arme Phlogiston, auf Anklage des Oxygens, zuletzt

verbrannt wurde. Halten Sie dies nicht für eine scherzhafte Erfindung von mir; alles ist buchstäblich wahr. Ob nunmehr denn die Sache des Phlogistons unwiderruflich verloren sei, oder was ich sonst dabei dachte, darum fragen Sie mich nicht: aber das gestehe ich gern, ich freue mich, daß die Szene nicht in meinem Vaterlande war."

Lavoisier fühlte sich 1789, zu jener Zeit als er die Komödie des Phlogiston-Autodafés auszuführen sich bemüßigt fand, in seinen Lehren fest begründet, denn in seinem „Traité elementaire de Chimie"[103]) hatte er ein harmonisch abgerundetes System der wissenschaftlichen Welt vorlegen können. Es gelangte bald zur Anerkennung, wenn sich auch viele eingefleischte Phlogistiker heftig gegen die Annahme dieser Lehren sträubten. Ihre Gegengründe erwiesen sich aber wenig stichhaltig, soweit sie nicht an die schwächste Stelle des Lavoisierschen Systems, seine Achillesferse, anknüpften: an die Frage über die Natur der Wärme und des Lichtstoffes und ihrer Rolle bei chemischen Vorgängen. Lavoisier äußerte über die Natur des Wärmestoffes schwankende und unsichere Ansichten, je nachdem es für die jeweilige Erklärung eines Vorganges vorteilhafter erschien. Indem er erklärt[104]), daß die Entstehung gasförmiger Körper sich nur schwer ohne Annahme eines „reellen materiellen" Wärmestoffes, „Calorique", verstehen lasse, sagt er von demselben „Calorique": „Unabhängig davon, daß dieser Ausdruck „Calorique" gut in unser System hineinpaßt, so bietet er noch einen anderen Vorteil, nämlich dadurch, daß er sich allen möglichen Meinungen anpaßt, weil, rigoros gesprochen, wir nicht einmal gezwungen sind, anzunehmen, daß das Calorique ein wirklicher Stoff sei, sondern daß er die irgendwie geartete Ursache sei, welche die Molekeln der Stoffe auseinander treibt, man sich also die Tatsache in einer abstrakten mathematischen Weise vorstellen kann." Ueber die Natur des Lichtes ist er der Ansicht, daß es eine Modifikation des „Caloriques" oder umgekehrt sei, daß sich aber bei dem dermaligen Zustande der Wissenschaft nichts sagen lasse.

Ebenso widerspruchsvoll, wie Lavoisier den Wärmestoff bald als „reellen materiellen Stoff", bald als „Ursache, welche die Molekeln der Stoffe auseinander treibt" betrachtet, sind auch seine Ansichten über die Entstehung der Gasarten mit Hilfe des Wärmestoffes. Nach ihm ist einmal jede Gasart aus „Calorique", als einer Art imponderablem Lösungsmittel, und aus dem wägbaren Grundbestandteile, seiner Base, zusammengesetzt[105]), ein anderes Mal aber führt er aus, daß jenes „Calorique" nicht nur alle Körper von allen Seiten umgebe,

sondern auch die zwischen den Molekeln befindlichen Zwischenräume ausfülle.

Wegen ihrer Imponderabilität konnte Lavoisier die mit Wärme- und Lichterscheinungen verbundenen chemischen Vorgänge nicht einwandfrei erklären. Unumstößlich fest stand für ihn aber das Stofferhaltungsprinzip, das wir heute das Gesetz der Erhaltung des Stoffes nennen, wiewohl er es nirgends in seinen Schriften präzise oder annähernd prägnant zum Ausdruck gebracht hat. Ansätze zu einer deutlichen und bewußten Aufstellung dieses Gesetzes finden sich jedoch in einigen seiner Arbeiten. Schon im Anfange seiner Beschäftigung mit chemischen Fragen, in seiner Untersuchung über die Umwandlungsmöglichkeit von Wasser in Erde, findet er es als das sicherste Mittel, die Versuche in hermetisch geschlossenen Gefäßen zu machen „und dabei eine genaue Rechnung von dem Gewichte des Gefäßes und des zu diesem Versuche angewandten Wassers zu führen; denn wenn es das Feuerwesen wäre, so durch das Glas ging und sich mit dem Wasser verband, so müßte sich nach vielen Uebertreibungen ein Zuwachs am Gewichte der Stoffe zusammen, das ist des Wassers, der Erde und des Gefäßes zusammengenommen, finden. Die Naturkundigen wissen nämlich, daß das Feuerwesen (matière du feu) das Gewicht der Körper vermehrt, in welchen es eine Verbindung eingeht", und „dies" — meint er — „durfte aber nicht geschehen, wenn die Erde auf Kosten des Wassers oder des Gefäßes erzeugt ward, sondern alsdann mußte sich notwendig an einem oder dem anderen dieser beiden Stoffe eine Abnahme am Gewicht ergeben und diese Abnahme mußte genau der Menge der abgeschiedenen Erde gleich sein"[106]).

Wenn Lavoisier in seinen „Allgemeinen Betrachtungen über die Auflösung der Metalle in den Säuren" zwar erklärt, daß es bis dahin noch weit sei, „eine mathematische Genauigkeit in die Chemie bringen zu können", so glaubt er doch am besten die Metallverkalkung durch Säuren und auf deren Unkosten durch die Beweiserbringung zeigen zu können, daß z. B. Salpetersäure beim Auflösen von Metallen darin nach entsprechender Zersetzung eine Portion Sauerstoff verliert und die Metalle um eben so viel an Gewicht zunehmen, und ferner die Analogie der nassen und trockenen Verkalkung dadurch, daß er die Identität des der Säure entrissenen und mit dem Metalle sich verbindenden Stoffes mit dem Sauerstoffe feststellt.

Wenn wir von der Fassung dieses Gedankens (in der oben, S. 38—39, verfolgten Abhandlung über die Zusammensetzung des Wassers vom Jahre 1781): „Da aber in der Physik nicht weniger als

in der Geometrie der Satz gilt, daß das Ganze gleich ist seinen Teilen u. s. w.", absehen, so dürfte sie am allgemeinsten in dem 13. Abschnitt seines „Traité élémentaire de Chimie" zum Ausdrucke gebracht sein, wo er „Von der Zerlegung der oxydierten Pflanzenstoffe vermittels der weinichten Gärung" (Vergärung von Traubenmost, Zucker) spricht. Die Operation der Gärung sei eine der auffallendsten und außerordentlichsten, die die Chemie zeige. Es müsse hierbei untersucht werden, 1. woher das kohlensaure Gas, welches frei werde, 2. woher der erzeugte Alkohol komme, und 3. wie ein süßer Stoff (Zucker) sich in solcher Weise in zwei verschiedene Stoffe umwandeln könne, wovon der eine brennbar und der andere äußerst unverbrennlich sei. Um Gewißheit über diese Fragen zu erlangen, hätte man zuerst die Analyse der Natur des gärungsfähigen Stoffes und die Produkte der Gärung genau kennen müssen, „denn nichts wird weder in den Operationen der Kunst, noch in jenen der Natur erschaffen, und man kann als Grundsatz annehmen, daß in jeder Operation eine gleiche Menge Stoff vor und nach derselben da sei; daß die Eigenschaft und die Menge der Bestandteile eben dieselbe bleibe, und daß nur Abänderungen und Modifikationen entstehen." Er fährt dann fort: „Auf diesem Grundsatze beruht die Kunst, Versuche in der Chemie zu machen: man muß bei allen eine wahre Gleichheit oder Gleichförmigkeit, zwischen den Bestandteilen des Körpers, den man untersucht, und denen, die man durch die Zerlegung nur aus demselben herauszieht, voraussetzen. Da nun der Traubenmost kohlensaures Gas und Alkohol gibt, so kann ich sagen, daß der Traubenmost = der Kohlensäure + Alkohol ist."

Lavoisier hat hier, im Vorbeigehen, das Gesetz der Erhaltung des Stoffes ziemlich klar ausgesprochen. Wir werden später (S. 54) sehen, daß Lomonossow ihm hierin zuvorgekommen ist.

Lavoisier hatte nun die Phlogistontheorie beseitigt. Ein neuer Geist war in die Chemie eingezogen. Es stellte sich für Lavoisier und seine französischen Anhänger (u. a. sind Fourcroy, Berthollet, Guyton de Morveau als bedeutendste zu nennen) die Notwendigkeit einer neuen chemischen Nomenklatur heraus. Vollends den Anstoß hierzu gab die als Folge von Diderots und d'Alemberts „Encyclopédie ou dictionnaire raisonnée des sciences, des arts et métiers" (1751—1772) 1782 erschienene „Encyclopédie métodique par ordre de matières", deren von Guyton de Morveau bearbeiteter

chemischer Teil im Jahre 1786 unter dem besonderen Titel: „Encyclopédie methodique de chimie“ herausgegeben wurde. Tatsächlich entstand nun eine neue Nomenklatur, die im Jahre 1787 als „Méthode de nomenclature chimique par Fourcroy, Lavoisier, Guyton de Morveau et Berthollet“[107]) der Akademie vorgelegt wurde.

Durch diese Wendung war die Sache Lavoisiers die der französischen Chemiker geworden. Es erhielt durch diese Nomenklaturaufstellung den Anschein, als ob Lavoisier an der Begründung und dem Aufbau des antiphlogistischen Lehrgebäudes nur beteiligt gewesen sei. Und es ist höchst charakteristisch, daß derselbe Lavoisier, der ohne jede Skrupel sich die Entdeckungen anderer aneignen wollte, gegen diese Verkleinerung seines Ruhmes in geharnischten Worten Stellung nimmt. In seinen „Details historiques sur la cause de l'augmentation de poids qu'acquièrent les substances metalliques, lorsqu'on les chauffe, pendant leur exposition à l'air“[108]) „rief er“ — um mit Dumas[109]) zu reden — „in einer fast am Fuße des Blutgerüstes geschriebenen Reklamation aus“: „Cette théorie n'est donc pas, comme je l'entends dire, la théorie des chimistes françois; elle est la mienne, et c'est une propriété que je réclame auprès de mes contemporains et de la postérité.“ Und das ist derselbe Lavoisier, der es sonst „mit historischen Wahrheiten nicht so genau nimmt“[110]).

Im vorhergehenden ist versucht worden, in großen Zügen ein Bild von der stufenweisen Entwicklung der Lavoisierschen Lehren zu geben. Die Genialität in dem Aufstellen neuer Prinzipien und Erfassen neuer Ideen, die hervorragende Kombinationsfähigkeit, mit der er eigene und von anderen gemachte Entdeckungen zu verknüpfen wußte, die Ausdauer bei der Verfolgung und Geltendmachung seiner Ansichten waren als lichtvolle Züge dieses Gemäldes einzutragen. Wenn man aber sein skrupelloses Verhalten gegenüber wichtigen Entdeckungen Anderer näher ins Auge faßt, so „fühlt man peinlich die Verpflichtung, in die Schilderung eines wissenschaftlichen Charakters, welcher so viel Licht bietet, auch die Schatten eintragen zu müssen, die leider nicht fehlen; die Geschichtschreibung legt jedoch diese Verpflichtung auf, und sich ihr entziehen, wäre gleichbedeutend damit zu schmälern, was anderen zukommt“[111]). Diese Verpflichtung erwächst uns auch bei der nun folgenden Betrachtung seiner namhaftesten Vorläufer.

III. Pierre Bayen.

Zur Zeit, als Lavoisier in seinen Ansichten über die Verbrennungs- und Verkalkungsvorgänge noch auf der Erkenntnisstufe stand, daß die „air fixe", „partie fixable", „la partie acide" (Kohlensäure) der Luft es sei, die sich mit den verbrennenden Stoffen bezw. verkalkenden Metallen verbinde, also zu Anfang des Jahres 1774, veröffentlichte der französische Militärapotheker Pierre Bayen[112]) in den Observations sur la Physique[113]) des Abbé Rozier, der damals alleinigen naturwissenschaftlichen Zeitschrift Frankreichs, eine Reihe von Untersuchungen über die mit und ohne Kohlezusatz vorgenommene Reduktion des Quecksilberkalkes zu Metall.

Die Abhandlung im Februarheft dieses Jahres[111]) enthält Beobachtungen über das Verhalten von Quecksilberkalk beim Erhitzen mit Schwefel. Bayen erhitzte die mit kaustischem Alkali aus salpetersaurer Quecksilberauflösung oder Sublimatlösung gefällten Niederschläge, mit Schwefelblumen vermengt, in kleinen Retorten auf dem Sandbade und beobachtete hierbei die fulminierende Wirkung. Mit flintenschußähnlichem Knalle explodierte die Retorte. Es entging Bayen keineswegs der Gehalt der Niederschläge an Säure der Lösung und an Fällungsmitteln, und er meinte darum ursprünglich, daß die Explosion in dem Salpetersäuregehalte des Quecksilberkalkes ihre Ursache habe. Dem widersprach jedoch die Tatsache, daß die aus der salpetersauren Lösung ausgefällten, ausgewaschenen, getrockneten und durch vorsichtiges Erwärmen von der anhaftenden Salpetersäure völlig befreiten Quecksilberkalke noch viel heftiger detonierten, ebenso wie die aus Sublimatlösung mit reinem Kalkwasser gefällten Niederschläge, die a priori keine Salpetersäure enthalten konnten. Die Detonation fand Bayen schwächer, wenn er die Mischung in einem eisernen Löffel über Feuer hielt. Er konnte hierbei die Bildung von Zinnober feststellen. Alle mit verschiedenen Fällungsmitteln von ihm erhaltenen Quecksilberniederschläge verhielten sich in Mischung mit Schwefel ebenso, auch das durch Lösen von Quecksilber in Salpetersäure, Eindampfen und vorsichtiges Erhitzen des Abdampfrückstandes bis zur völligen Vertreibung der Salpetersäure dargestellte rote Präzipitat. Er ist schließlich der Ansicht, daß die Explosion von der Verbindung des Quecksilbers mit dem Metalle herrühre.

Beim Erhitzen dieser Quecksilberniederschläge mit phlogistonhaltigen Stoffen beobachtet Bayen nun eine völlige Reduktion zu

Quecksilber. Die aus salpetersaurer Quecksilbersolution oder aus Sublimatlösung mit Kalkwasser erhaltenen Präzipitate erlitten sogar beim bloßen Erhitzen für sich, ohne jeden Zusatz von phlogistonhaltigen Stoffen eine Reduktion. Alle Quecksilberniederschläge wogen dabei bedeutend mehr als das durch die Reduktion erhaltene Quecksilber. Durch bloßes Erhitzen in Quecksilber übergehender Quecksilberkalk verliere $^1/_8$ seines ursprünglichen Gewichtes, Baumé habe eine solche Abnahme von $^1/_{10}$ gefunden.

Auf den Umstand, daß die Quecksilberniederschläge mehr wiegen, als das in ihnen enthaltene Quecksilber, ging Bayen bald darauf[115]), im April desselben Jahres, näher ein. Er ist der Ansicht, daß dies auf dem Gehalt der Niederschläge an anhaftenden Säureresten und Fällungsmitteln, teils aber auch auf der bis dahin unbekannten Ursache der Gewichtszunahme der Metalle bei ihrer Verkalkung beruhe. In Uebereinstimmung mit Lavoisier führt er die Gewichtszunahme auf die Fixierung einer elastischen Luftart, „un fluide élastique", zurück. Im Gegensatz zu Lavoisier verschließt er sich der Annahme, daß diese Luftart etwa Kohlensäure sei.

Zur Beweisführung für seine Ansichten wiederholt er seine früheren (nach eigener Angabe dem Lavoisierschen Versuche mit Bleioxyd und Kohle analogen) Versuche der Reduktion von Quecksilberkalk mit Kohle, wobei er in der Tat unter Verschwinden eines Teiles der Kohle eine elastische Flüssigkeit erhielt, die durch Wasser absorbiert wurde. Die Stahlsche Lehre — meint er — reiche zur Erklärung dieses Vorganges aus, da man sich vorstellen könne, daß Phlogiston aus der Kohle in die Zusammensetzung des Metalles eingehe oder vielleicht in die der elastischen Flüssigkeit, oder aber nach den Gesetzen der Affinität aus dem Metallkalke die elastische Flüssigkeit verdränge. Diesen Ueberlegungen widersprechen jedoch seine Reduktionsversuche ohne jeden Zusatz phlogistonhaltiger Stoffe. In einer Retorte erhitzter Quecksilberkalk ergab 90% fließendes Quecksilber und ein über Wasser auffangbares Gas [aus 1 once[53]) und 6 grains Quecksilberkalk erhielt er 1224 ccm Gas]. Dieses Gas, das er von Kohlensäure (wegen der Unlöslichkeit in Wasser) und von der atmosphärischen Luft[116]) für verschieden hält, charakterisiert Bayen nicht weiter. Er hält es für ein salzig-zusammengesetztes Wesen. Er hat offenbar keine Ahnung davon, daß er Sauerstoff dargestellt hat. In sehr logischer Weise zieht er jedoch die Schlußfolgerung, daß Quecksilber beim Verkalken kein Phlogiston verliere, vielmehr sich mit einer Luftart verbinde, wobei deren Gewicht

die Gewichtsvermehrung des verkalkten Metalles verursache. Da dies nun mit den Lehren der Stahlschen Phlogistontheorie nicht in Einklang zu bringen ist, sagt er sich einfach von derselben los, indem er erklärt, daß er die Ausdrucksweise der Phlogistiker nicht länger gebrauchen werde.

Als er in seinen im Februar 1775 veröffentlichten[117]) Untersuchungen über Mercurius praec. per se (Quecksilberoxyd, durch Erhitzen von Hg an der Luft erhalten) dieselben Resultate wie mit den auf andere Weise dargestellten Quecksilberkalken erzielt und ferner gefunden hat, daß alle Quecksilberkalke, gleichgültig ob sie durch einfache Kalzination von metallischem Quecksilber an der Luft oder durch Eindampfen von salpetersaurer Quecksilbersolution oder aber durch Fällung von Quecksilberauflösungen mit kaustischen Alkalien gewonnen waren, sich als gleich erwiesen hätten, insofern sie alle etwa dieselbe Menge an elastischen Flüssigkeiten lieferten, sich ohne Aufbrausen in Säuren lösten und sich mit Gold nicht mehr amalgamieren könnten, da verwirft er nicht bloß das Phlogiston Stahls, sondern auch das Meyersche „Acidum pingue“[118]), zu dessen Annahme er bis dahin geneigt hatte. Das Feuer als „cause instrumentale“ sei nur Ursache davon, daß sich das Metall mit der elastischen Flüssigkeit verbinden könne. Diese elastische Flüssigkeit stamme zweifellos aus der Luft her, was besonders durch die (am 12. November 1774 bekannt gewordenen) Versuche Lavoisiers über die Kalzination von Metallen in geschlossenen Gefäßen[39]) sichergestellt werde. Welcher Bestandteil der Luft hierbei in Aktion trete, darüber habe er keine Vermutung, umsoweniger als seine Versuche über diese elastische Flüssigkeit zu wenig zahlreich wären, um sich eine Ansicht über die Natur dieses Luftbestandteiles bilden zu können. Höchst wahrscheinlich fände er es, daß jener durch Auflösen von Quecksilber in Salpetersäure dargestellte und durch Erhitzen von der Salpetersäure befreite rote Quecksilberkalk ein Gas enthalte, das von der Salpetersäure herstamme.

Bayen hatte vor April 1774 aus rotem Quecksilberkalk eine Luftart dargestellt, die Quecksilber in roten Kalk verwandelte und die er als einen wesentlichen Bestandteil desselben erkannte. Die Tragweite dieser Entdeckung offenbart sich ihm sogleich, denn er verwirft auf Grund derselben die ganze Phlogistontheorie. Er veröffentlichte seine Versuchsresultate und Schlußfolgerungen in der einzigen chemischen Zeitschrift Frankreichs. Vier Monate später, am 1. August 1774, erhielt Priestley auf dieselbe Weise seine „de-

phlogistisierte Luft". Im Oktober 1774 macht Priestley Lavoisier persönlich Mitteilung über die von ihm erhaltene neue Luftart. „Es erscheint dann ganz unglaublich", — betont Jörgensen — „daß dieses in einer Gesellschaft von französischen Chemikern nicht zur Sprache gekommen und hierdurch die Versuche Bayens nicht zur Kenntnis Priestleys gelangt sein sollten"[119]). Noch unglaublicher mutet aber die Tatsache an, daß Lavoisier in seiner am 26. April 1775 und am 8. August 1778 nochmals vorgetragenen „Abhandlung von der Beschaffenheit des Grundstoffes, welcher sich mit den Metallen während ihrer Verkalkung verbindet und ihr Gewicht vermehrt"[49,50]), worin er besonders über die Zerlegung des roten Quecksilberkalkes sehr ausführlich spricht, Bayen mit keiner Silbe erwähnt, Bayen, dessen Untersuchungen für das Vorschreiten Lavoisiers in der Erkenntnis der Beziehung der Metallkalke zu den Metallen erhebliche Anhaltspunkte bildeten. „Wie bitter ist der Vorwurf" — bemerkt hierzu Kopp[120]) — „welchen Delametherie gegen Lavoisier erhoben hat: ‚Lavoisier voulant s'approprier la découverte de Bayen (parce qu'il n'etait pas de l'Académie) sur la revivification du précipité rouge, ou oxyde de mercure, sans addition de matière charbonneuse, et se qu'il disoit contre la doctrine du phlogistique, celle de Cavendish sur la composition de l'eau, ne parla jamais de ces belles expériences. Je reclamai pour eux: il ne me l'a jamais pardonné.

„D'autres ne me pardonneront pas non plus d'avoir rendu justice, a Gahn, a Bergmann ... Il faut m'arrêter: j'eu ai peut-être déjà trop dit; mais la vérité triomphe, et c'est tout ce que je recherche. Revenons à notre sujet"[121]).

Lavoisier hat Bayen den Faden für die weiteren Untersuchungen, nach dieser Richtung hin, entrissen. Mit Ende des Jahres 1775 lassen Bayens Bestrebungen für diese Frage nach. Er konnte mit der rasch vorwärts eilenden Denkkraft Lavoisiers nicht rivalisieren und gab darum schon nach kurzer Zeit seine so schön begonnenen Arbeiten über diesen Gegenstand auf. Er ist jedenfalls der erste Phlogistiker gewesen, der auf Grund experimenteller Hinweise in verhältnismäßig kurzer Zeit zur Verwerfung der Phlogistontheorie gelangte. Ihm gebührt als Vorläufer Lavoisiers ein Teil des Ruhmes, den jener für sich als Begründer des antiphlogistischen Systems in Anspruch zu nehmen wußte[122]).

IV. Michailo Wassiliewitsch Lomonossow.

Wie die Ansichten eines Mannes auf einem wissenschaftlichen Gebiete sich weit über das Niveau seines Zeitalters zu erheben vermögen, ohne aber auch nur im entferntesten eine Einwirkung auf den Entwicklungsgang dieser Wissenschaft auszuüben, ja sogar bis in die neueste Zeit völlig unbekannt bleiben können, zeigt am besten das Beispiel des ersten russischen Physiko-Chemikers Michailo Wassiliewitsch Lomonossow. Als einer der größten Schriftsteller[122a]) Rußlands schon zu seinen Lebzeiten anerkannt, traten neben seinen poetisch-, philologisch- und historisch-literarischen Werken seine wissenschaftlichen Arbeiten auf dem Gebiete der Physik und Chemie völlig in den Hintergrund, umsomehr als eine ganze Reihe seiner wichtigen Werke als Manuskripte in den Archiven der Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg vergraben blieben. Es ist das Verdienst B. N. Menschutkins, der, durch Zufall auf das Studium der physikalischen und chemischen Werke Lomonossows geführt, während zweier Jahre die gedruckten und als Manuskripte in den Archiven vorhandenen Abhandlungen dieses Mannes gründlich durchforschte, diese Arbeiten der Vergessenheit entrissen zu haben.

Die Resultate seiner Studien legte Menschutkin in einem russischen Buche[123]) nieder, die Hauptergebnisse seiner Arbeit faßte er in einer (deutsch geschriebenen) Abhandlung[124]) zusammen, der wir hier mangels anderweitiger literarischer Quellen in den Hauptzügen folgen.

Lomonossow lebte[125]) zu einer Zeit, wo die Phlogistontheorie durchaus noch in voller Geltung war. Er erklärt jedoch die Verbrennungserscheinungen ohne Zuhilfenahme des hypothetischen Phlogistons. Die ersten Versuche auf diesem Gebiete finden sich in seiner Dissertation „Meditationes de caloris et frigoris causa“[125]). Bei der Besprechung der Boyleschen Wahrnehmungen (vergl. S. 19) über die Gewichtszunahme der kalzinierten Körper schließt Lomonossow im Gegensatz zu der Boyleschen Erklärung (mit wägbarer Feuermaterie), daß ähnlich wie die Gewichtszunahme eines Metalles beim Glühen in der Flamme brennenden Schwefels in der Vereinigung desselben mit den Partikeln der Säure des Schwefels ihren Grund habe, auch hier die Gewichtszunahme durch Vereinigung mit den Luftpartikelchen erfolge. In einem Briefe an den berühmten Mathematiker Leonhard Euler vom 5. Juli 1748[126]), in dem er mathematisch zu beweisen sucht,

daß die Dichte der Materie eines Körpers seinem Gewichte nicht proportional sei, kommt er auch auf die Frage der Gewichtsvermehrung von kalzinierten Metallen zu sprechen: „Diese (eben erwähnte) Theorie hat auch gänzlich die Meinung über die Existenz der in den geglühten Körpern fixierten Feuermaterie niedergeworfen. Es besteht kein Zweifel, daß die Partikelchen der Luft, die fortwährend um den kalzinierenden Körper schweben, sich mit ihm vereinigen und sein Gewicht vermehren. Wenn es aber Versuche gibt, wo in geschlossenen Gefäßen doch eine Gewichtszunahme beim Kalzinieren stattgefunden hatte, so könnte man das vielleicht so erklären, daß nachdem die Kohäsion der Partikelchen aufgehoben ist, ihre Seiten, die vorher durch die gegenseitige Berührung gebunden waren, jetzt für die Wirkung der Gewichtsmaterie frei geworden sind und daher stärker zum Zentrum der Erde gedrückt werden[127]).

Um zu einer richtigen Auffassung über die Kalzination von Metallen in luftdicht geschlossenen Gefäßen zu kommen, wiederholt Lomonossow im Jahre 1756 die Boyleschen Versuche, über deren Resultate er folgende Angaben macht: „Ich machte Versuche in luftdicht zugeschmolzenen gläsernen Gefäßen, um zu untersuchen, ob das Gewicht der Metalle durch reine Hitze zunimmt. Diese Versuche ergaben, daß die Meinung des berühmten R. Boyle falsch ist, denn ohne Zulassen der äußeren Luft bleibt das Gewicht des verbrannten Metalles dasselbe.“ Diese und andere hierher gehörige Versuche beabsichtigte er in einer Dissertation: „De incremento ponderis per calcinationem“ niederzulegen. Es läßt sich jedoch nicht feststellen, ob diese Abhandlung je geschrieben worden ist.

Wie wir bei der Verfolgung des Entwicklungsganges Lavoisiers (s. oben S. 19) gesehen, hatte dieser 18 Jahre nachher dieselben Versuche mit dem gleichen Erfolge angestellt. In seiner Erkenntnis über die nähere Beschaffenheit des Verbrennungsvorganges war aber Lavoisier weiter fortgeschritten, da ihm die Arbeiten eines Black, Cavendish, Priestley u. a. über Luftarten fördernd zur Seite standen. Er konnte mit Sicherheit vermuten, daß nur ein Bestandteil der Luft bei der Kalzination in Aktion trete. Lomonossow, dem solche Arbeiten naturgemäß nicht die Bahn geebnet, konnte aber seinerseits nur von der Luft als einheitlichem Stoffe sprechen.

Daß Lomonossow in der prinzipiell quantitativen Auffassung chemischer Vorgänge Lavoisier nicht nachsteht, geht daraus hervor, daß er alle seine chemischen Versuche quantitativ messend verfolgt. Aeußerst charakteristisch und interessant sind hier-

für seine Ansichten, die uns einer seiner Schüler[128]) wortgetreu übermittelt hat: „Ich denke, es existiert kein Gelehrter, der nicht wüßte, was für eine fast unendliche Masse chemischer Versuche es gibt, und dabei kann er nicht verneinen, daß fast alle Autoren über solche wichtige Gegenstände, wie Maß und Gewicht, vollständig schweigen. Wieviel aber dieselben in physikalisch-chemische Versuche Wahrheit und Scharfsinn bringen, zeigt deren Benützung jedem, der fleißig solche Versuche macht. . . . Ohne Maß und Gewicht können wir nicht einmal die Erscheinung, die schon von anderen beobachtet wurde, sicher wieder hervorrufen: dieses erklärt, warum viele beschriebene Versuche selten oder niemals wieder gelingen. Darum, wer physikalisch-chemische Versuche machen will, muß unerläßlich die erwähnten Hilfsmethoden, Maß und Gewicht, immer benützen."

Lomonossow, der durchdrungen war von der Ueberzeugung, daß alles in der Natur mit Maß und Gewicht erfolgt, mußte auch auf die beiden Fundamentalgesetze der Physik und Chemie stoßen, auf die Erhaltungsgesetze der Energie und des Stoffes. Während er ersteres[129]) weniger deutlich zum Ausdruck gebracht hat, faßt er das letztere[130]) in dem erwähnten Briefe an Euler präzise in die Worte: „Alle Veränderungen, die in der Natur stattfinden, geschehen so, daß, wenn es irgendwo hinzukommt, in gleichem Maße es irgendwo anders abnimmt. Wenn daher ein Körper etwas Materie gewinnt, so verliert ein anderer ebensoviel. Dieses Gesetz der Natur ist ein allgemeines und selbst bei den Gesetzen der Bewegung anwendbar: Ein Körper, der durch den Impuls einen anderen in Bewegung setzt, verliert von seiner eigenen Bewegung so viel, wie er dem anderen übergibt." Daß Lomonossow an dieser seiner Anschauung durch zahlreiche quantitativ-chemische Versuche die Stichprobe gehalten hat, geht aus seinen sämtlichen Arbeiten unzweifelhaft hervor. Zwölf Jahre später wiederholt er seine Worte über dieses Gesetz in seiner 1760, „Ueber die Starrheit und Flüssigkeit der Körper" gehaltenen russischen Festrede, ein Beweis, daß sich sein Glauben an dieses Gesetz standfest erhalten hat. Eine solch bewußte und umfassende Präzisierung über eines der wichtigsten Gesetze der Chemie finden wir bei Lavoisier nicht. Bekanntlich hat erst in jüngster Zeit Landolt durch präzise Versuche die Gültigkeit dieses Gesetzes experimentell[131]) scharf festgelegt.

Es braucht nicht ausdrücklich hervorgehoben zu werden, daß Lavoisier von den Arbeiten dieses seines hervorragenden Vorläufers durchaus keine Kenntnis gehabt hat. Sie blieben in ihren

wichtigsten Teilen bis in die neueste Zeit verborgen. Fragen wir uns nach den Gründen, die Lomonossow veranlaßt haben, diese seine wichtigsten Lehren unveröffentlicht zu lassen, so kommen wir auf eigenartige Verhältnisse. Lomonossow wagte es einfach nicht, seine mit den herrschenden Lehrmeinungen derart kollidierenden Ansichten zu seinen Lebzeiten zu publizieren, um keinen persönlichen Anfeindungen und Nachteilen ausgesetzt zu sein. Dies erhellt auch aus dem Umstande, daß Lomonossow, der sich in seinen wichtigsten Werken[132]) nirgends zum Phlogiston bekannt hat, in einer Abhandlung „De tinctura metallorum“ (1745), die er zur Erlangung der Professur an der Akademie geschrieben und in einer zwecks Bewerbung um einen Preis bei der preußischen Akademie 1749 abgefaßten Preisschrift „De Nitro“ das Phlogiston häufig in bejahendem Sinne erwähnt, um die Mitglieder der russischen bezw. preußischen Akademie, als Anhänger resp. Freunde Stahls, auf seiner Seite zu haben. „Im ersten Falle wollte Lomonossow die Professorwürde sicher erlangen, im zweiten hoffte er dadurch den Preis zu gewinnen“[133]).

Daß die bekannt gewordenen Arbeiten Lomonossows während seines Lebens die verdiente Anerkennung nicht gefunden haben und nach seinem Tode in Vergessenheit gerieten, findet, wie Menschutkin sehr richtig ausführt, in den Umständen ausreichende Erklärung, daß viele Abhandlungen Lomonossows unbeendete Bruchstücke blieben, daß seine Ansichten seiner Zeit zu weit vorauseilend waren, und daß neben der außerordentlich einflußreichen und fruchtbaren Tätigkeit auf schriftstellerischem Gebiete seine rein exaktnaturwissenschaftlichen Anschauungen völlig in den Hintergrund gedrängt wurden. Vernachlässigt und nach seinem Tode vergessen[134]), blieben viele seiner Werke verloren, „aber was geblieben ist, genügt, um Lomonossow als Physiker, Chemiker und Physikochemiker hohen Ranges zu kennzeichnen“[135]). Seine wissenschaftlichen Ideen sind jedenfalls denen Lavoisiers ebenbürtig, und es darf mit einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit angenommen werden, daß Lomonossow im Zeitalter Lavoisiers bei Konzentrierung seiner Geisteskräfte auf die rein chemischen Fragen dasselbe Ziel wie jener ebenso leicht erreicht hätte.

V. John Mayow.

Robert Hooke[136]) hatte in einem 1665 erschienenen Werke (in seiner „Micrographia"), worin unter dem Mikroskop betrachtete kleine Gegenstände beschrieben und abgebildet sind, die Grundzüge einer originellen Verbrennungstheorie entwickelt. Die Luft ist nach seiner Ansicht ein allgemeines Auflösungsmittel für alle brennbaren (sulphureous) Substanzen, und zwar lediglich infolge eines Gehaltes an einem Bestandteile, der mit dem im Salpeter fixierten ähnlich oder vielleicht sogar identisch sei. Außer diesem auflösenden Bestandteile der Luft bestehe diese jedoch hauptsächlich aus einem bei Verbrennungen sich inaktiv verhaltenden Stoffe. Von dem auflösenden Bestandteile sei in der Luft verhältnismäßig wenig vorhanden. Wegen ihres geringen Gehaltes an jenem auflösenden Bestandteile sei darum die Luft mit den brennbaren Stoffen bald gesättigt. Für andauernde Unterhaltung der Verbrennung sei weiter stets neue Luftzuführung erforderlich. Jener Luftbestandteil löse die verbrennlichen Stoffe außerdem nur bei genügender Temperaturerhöhung auf. Alsdann gehe aber diese Auflösung unter Feuererscheinung vor sich. Das Feuerphänomen erweise sich infolgedessen als bloße Bewegungserscheinung. Die Produkte dieses Auflösungsvorganges seien luftförmig, flüssig oder fest.

Weit reicher an dem auflösenden Prinzipe als die Luft, sei geschmolzener oder rotglühender Salpeter. In einem bestimmten Raume dieses Stoffes sei ungleich viel mehr enthalten als in einem gleichen Luftraume. Eine kleine Menge Salpeter könne eine große Menge verbrennlichen Stoffes auflösen und diese Auflösung erfolge dabei mit großer Heftigkeit und Geschwindigkeit. Bei Verbrennungen in geschlossenen Gefäßen höre diese dann auf, wenn die in dem abgeschlossenen Luftraume enthaltene Menge des Auflösungsmittels mit verbrennlichem Stoffe gesättigt sei. Lasse man der Luft bezw. ihrem auflösenden Bestandteile freien Zutritt oder erneuere man die verbrauchte Menge desselben durch erneute Zufuhr, z. B. mit Blasebälgen u. dergl., so könne die Luft ebenso kräftig wirken wie der Salpeter, analog wie selbst ein schwaches Auflösungsmittel durch Anwendung eines Ueberschusses oder durch häufige Erneuerung denselben Erfolg wie ein starkes Auflösungsmittel erziele.

Hooke findet seine Verbrennungstheorie[137]) durch Beobachtungen und Versuche bestätigt, die er jedoch nicht anführt. Seine all-

gemeinen Gesichtspunkte sind darum eher Spekulationen als etwa Folgerungen aus experimentellem Ausgangsmaterial. Seine Auffassung, daß die Luft bei Verbrennungen eine Art passiver Rolle lediglich als Auflösungsmittel für die Stoffe spiele, findet sich später besonders in dem phlogistischen Lehrgebäude weiter entwickelt, wo der Luft bekanntlich die Aufgabe zugesprochen wird, das Brennbare (das Phlogiston) aufzunehmen.

Der Grundgedanke dieser Hookeschen Verbrennungstheorie aber, daß nämlich in der atmosphärischen Luft neben einer verhältnismäßig großen Menge eines bei Verbrennungen inaktiven Bestandteiles, eine im Vergleiche hiermit weit geringere Quantität eines anderen Luftbestandteiles vorhanden wäre und daß dieser es sei, der auf die brennbaren Stoffe bei erhöhter Temperatur seine Wirkung ausübe, dieser Gedanke wurde schon nach etwa zwölf Jahren in außerordentlich fruchtbarer Weise zur Entwicklung einer Verbrennungs- und Atmungstheorie benutzt, die wegen ihrer durchsichtigen Klarheit, ihrer umfassenden Betrachtungsweise und der ihrer Zeit weit vorauseilenden Gesichtspunkte, noch heute unsere volle Bewunderung erweckt. Es ist dies die Verbrennungs- und Atmungstheorie des englischen Rechtsgelehrten, Arztes und Naturforschers John Mayow[138]), die er 1674[139]), in seinem 29. Lebensjahre, in seinen „Tractatus Quinque Medico Physici“ zur Kenntnis der wissenschaftlichen Welt brachte.

Mayow äußert gleich zu Beginn seiner Abhandlung: „De Sal-Nitro; & Spiritu Nitro-Aereo“ [140]) die Anschauung, daß die überall ausgebreitete atmosphärische Luft, die durch ihre geringe Dichte der Schärfe unseres Gesichtes entgehe und dem darüber Nachdenkenden gleichsam ein nichts bedeutender Raum zu sein scheine, ein gewisses allgemeines Salz von der Beschaffenheit des Salpeters, oder Feuer- und Lebensluft (Spiritus sc. Vitalis, Igneus), die im höchsten Grade gärungserregend sei, enthalte. Zur näheren Erklärung jenes salpeterluftigen Salzes geht er zuförderst auf den Salpeter ein. Nachdem er dessen Bestandteile, eine sehr feuerartige Säure und flüchtiges oder festes Laugensalz, sowohl durch Zersetzen als auch durch Zusammensetzen bewiesen, und dabei den damals in allen Salzen angenommenen Schwefel verworfen hat, widerlegt er die herrschenden Ansichten über die Bildung des Salpeters. Die Erde könne nicht den fertigen Salpeter aus der Luft haben; bloß der flüchtigere und feinere Teil desselben stamme aus der Luft her, das übrige liefere die Erde. Der auf solche Weise aus der Erde gebildete Salpeter bestehe größtenteils aus fixem Alkali, das auch im heftigsten Feuer nicht flüchtig sei.

Während der Destillation des Salpeters verflüchtige sich (zum Beweise dafür) nur seine Säure, in der Retorte bleibe dagegen Laugensalz zurück.

In dem 2. Kapitel[111]) geht Mayow nun auf den Ursprung des flüchtigen Teils des Salpeters, auf die Salpetersäure ein, mit den Worten: „Ostenditur Spiritum Nitri quid compositum esse eumque partim ab aere, partimque à materia terrestri ortum ducere. Primò de Parte ejus Aereâ.“ Er gesteht, daß er anfangs im Zweifel darüber war, ob nicht vielleicht die Salpetersäure selbst in Form von feinsten Teilchen in der Luft schwebend enthalten sei, die alles durchdringen und beim Auftreffen auf fixes oder flüchtiges Alkali gemeinen Salpeter geben würden, eine Hypothese, für die er selbst einige Gründe anführt. Er verwirft sie jedoch, da die Salpetersäure eine viel zu schwere Substanz wäre, als daß sie auf solche Weise sich in der atmosphärischen Luft schwebend halten könne. Die Salpetersäure sei dazu feucht, zerstörend wie die Flamme, und wirke auf das tierische Leben vernichtend ein, wogegen der luftartige Teil des Salpeters, was er auch immer wäre, direkt zur Unterhaltung des Feuers und des Atmens erforderlich sei. Die Salpetersäure des Salpeters könne also nicht als solche aus der Luft herrühren, vielmehr habe nur ein Teil dieser Säure in der Luft ihren Ursprung. Welcher Bestandteil der Luft zur Bildung der Salpetersäure beiträgt, dies lassen ihn Boylesche Versuche schließen. Diese hätten außer Zweifel gesetzt, daß etwas Luftartiges, was es auch sei (quidquid sit), zur Entstehung des Feuers sich als notwendig erweise, da ein im luftleeren Raume angezündetes Licht weit schneller auslösche, als in einem mit Luft gefüllten. Diese Tatsache beweise auch am deutlichsten, daß eine unter der Glasglocke brennende Flamme nicht, wie einige annähmen, durch ihren eigenen Rauch, als vielmehr durch Beraubung des zur Unterhaltung derselben notwendigen luftartigen Bestandteiles verlösche. In einer luftleeren Glasglocke wäre mehr Raum zur Aufnahme des Rauches als in einer luftgefüllten vorhanden, es müßte darum, bei jener Annahme, die Flamme in einem luftgefüllten Raume eher verlöschen als in einem luftleeren. Zur Entstehung des Feuers seien also gewisse Luftteilchen erforderlich. Diese feuerunterhaltende Luftsubstanz sei aber nicht die gemeine Luft selbst, vielmehr nur der feinere und wirksamere Teil derselben, weil ein Licht unter der Glasglocke trotz Vorhandenseins einer noch beträchtlichen Luftmenge doch verlösche. Auch könne man nicht annehmen, daß die Luftteilchen, welche unter der Glasglocke waren, durch die Verbrennung des Lichtes vernichtet oder zerstreut würden, da sie auf keine Weise durch das Glas hindurchgehen könnten.

Die zur Erhaltung der Flamme notwendigen Feuerluftteilchen seien im Salpeter als dessen wirksamere und feurigere Teile vorhanden[142]). Mit Schwefel vermischter Salpeter verbrenne im luftleeren Raume, ja sogar unter Wasser sehr schnell, wovon man sich überzeugen könne, wenn man eine am einen Ende geschlossene Röhre mit fein zerriebenem Schießpulver fülle, dasselbe mit Wasser bis zum steifen Brei anfeuchte, in der Röhre zusammendrücke, an dem offenen Ende anzünde und dann umgekehrt in Wasser tauche. Das Schießpulver verbrenne unter dem Wasser gänzlich. Wenn nun auch das Experiment zeige, wie dasselbe Pulver auch im luftleeren Raume abbrenne, so sei dies der sprechendste Beweis dafür, daß der Salpeter die zur Flammenbildung notwendige Feuerluft in sich trage, so daß er zum Verbrennen aus der gemeinen Luft nichts bedürfe. Zur Entzündung jeder schwefelhaltigen[143]) Materie sei Feuerluft nötig, sie möge aus der gemeinen Luft oder aus dem Salpeter stammen. Im luftleeren Raume verbrenne darum kein Schwefel ohne Salpeterbeimengung. Zur Entzündung des Salpeters[144]), der hierbei immer eine schweflige Materie (materia aliqua sulphurea) erfordere, sei Beimischung der Feuerluft von außen nicht notwendig, da er im luftleeren Raume rasch genug verbrenne.

Mayow erklärt die ihm nachträglich bekannt gewordenen Versuche Boyles über das Verbrennen von Schießpulver im luftleeren Raume mittels des Brennspiegels, bei denen sich die Flamme nicht wie sonst über die ganze Masse des Pulvers verbreite, sondern nur bei den von den Sonnenstrahlen getroffenen Körnchenpartien in Erscheinung trete, mit seiner Theorie sehr richtig. Das Schießpulver könne im luftleeren Raume und unter Wasser nur vermittels der in ihm vorhandenen Feuerluft verbrennen. In freier Luft fehlen die Feuerluftteilchen der atmosphärischen Luft, die sich im Salpeter befänden, niemals, um die Flamme zu nähren. Im luftleeren Raume seien aber die Feuerluftteilchen des Salpeters nur in einigen Körnchen mit den Schwefelteilchen innig beisammen, und diese lägen nicht immer in der unmittelbaren Nähe der angezündeten Partien. Wegen des unterbrochenen Zusammenhanges der Feuerluftteilchen (ob particularum igneo-nitrosarum seriem interruptam) verlösche darum im luftleeren Raume die Flamme bald.

Aus seinen bisherigen Darlegungen folgert nun Mayow, daß der Salpeter die zur Entstehung der Flamme erforderlichen Feuerluftteilchen in sich selbst enthalte und daß, wenn ein Teil des Salpeters aus der Luft herrühre und diese Feuerluftteilchen in dieser vorhanden

wären, der luftartige Bestandteil des Salpeters nichts anderes als seine feuerluftigen Teilchen seien. Und weiter wären die feuerluftigen Teilchen des Salpeters auch in der Salpetersäure vorhanden, da der luftartige Bestandteil dieses Salzes in dessen Säure und nicht in dem fixen Alkali, dem anderen Bestandteile des Salpeters, enthalten sei. Das gleichzeitige Vorkommen dieser Feuerluftteilchen sowohl in der Salpetersäure als auch in der atmosphärischen Luft veranlaßt Mayow nun, dieselben als „Particulas Nitro-aereas“ oder „Spiritum Nitro-aereum“ [145]) zu bezeichnen.

Mayows Spiritus Nitro-aereus ist in Wirklichkeit der Sauerstoff. Ueber dessen Natur läßt er sich im dritten Kapitel aus [146]). Wenn der luft- oder feuerartige Bestandteil des Salpeters oder, was dasselbe wäre, das Salpeter-Luftgas (Spiritus Nitro-aereus) in der Salpetersäure vorhanden sei und deren wirksamen Bestandteil ausmache, so folge, daß diese Luftart von einer salpeterartigen Beschaffenheit sein müsse. Sie sei jedoch an und für sich weder eine Säure noch ein fixes Alkali. Die außerordentlich feinen, scharfen und ätzenden Teilchen dieses Spiritus Nitro-aereus seien sowohl beim Feuer als auch bei der Salpetersäure die Ursache der alles zerstörenden Wirkung dieser Agentien. Bei der Verkalkung von Metallen trete er an diese und verursache dadurch eine Gewichtsvermehrung derselben. Die Erfahrung beweise, daß der durch die Sonnenstrahlen verkalkte Spießglanz ein Beträchtliches an Gewicht zunehme. Diese Gewichtszunahme könne nicht anders erklärt werden, als daß der Spiritus Nitro-aereus während des Verkalkens an den Spießglanz übergegangen sei [147]). Ebenso rühre beim Verkalken von Spießglanz (mit Salpeter in einem glühenden Tiegel) die Gewichtszunahme von dem in der Flamme des Salpeters im Ueberflusse vorhandenen Spiritus Nitro-aereus, der an jenen übergehe, her.

Der zur Verbrennung und Verkalkung erforderliche Spiritus Nitro-aereus sei ein gemeinsamer Bestandteil aller Säuren, indem er sich mit verschiedenen salzigen Teilchen (particulis salinis) verbinde. Diese letzteren würden hierbei in den flüssigen Zustand übergeführt. Die Verschiedenheit der Säuren sei auf die Verschiedenheit dieser mit dem Spiritus Nitro-aereus sich verbindenden Salze zurückzuführen. Trotzdem zeige sich unter den Säuren die größte Aehnlichkeit und Verwandtschaft durch den gemeinsamen Bestandteil [148]). Bei dieser Gelegenheit wendet sich Mayow gegen die verbreitete Anschauung, daß im gewöhnlichen Schwefel fertig gebildete Schwefelsäure vorhanden sei, die bei der Verbrennung desselben zur Ausscheidung gelangen solle. Es

sei nicht wahrscheinlich, daß eine solch fressende Säure in dem Schwefel schon vorhanden sein könne, der doch eher einen süßlichen, keineswegs aber einen sauren Geschmack errege.

Der gemeine Schwefel enthalte außer den ganz reinen Schwefelteilchen noch ein gewisses Salz (salem quendam) von fixer oder vielmehr metallischer Beschaffenheit, welches mit den Schwefelteilchen aufs innigste verbunden sei. Diese salzartigen Teilchen würden durch Stöße der Teilchen jenes Spiritus Nitro-aereus in Bewegung gesetzt, gerieben und verkleinert (particulae sulphuris salinae . . . cerebris particularum nitro aerearum ictibus verberentur, atterantur, comminuanturque), bis sie schwertförmig zugespitzt und so dünn würden, daß sie in flüssigen Zustand übergingen. Auf solche Weise gäben die nunmehr verflüssigten salzartigen Teilchen des Schwefels die gewöhnliche Schwefelsäure. Mayows Erklärung hat trotz des Unrichtigen darin, doch einen guten Kern! Gegen die erwähnte Anschauung argumentiert er an einer anderen Stelle[148a]) mit der Schlußfolgerung aus dem Experimente, daß man beim Zusammenschmelzen von Alkali und Schwefel eine von Vitriol gänzlich verschiedene Substanz erhalte. Im Schwefel von vornherein vorhandene Schwefelsäure würde diese ohne Aufbrausen erfolgende Vereinigung sicher verhindern.

In seinen Ausführungen über die Gärung[149]) weist Mayow nochmals ausdrücklich darauf hin, daß zur Verbrennung eines Stoffes der Spiritus Nitro-aereus sich notwendigerweise (wie beim Schießpulver) in dem zu verbrennenden Stoffe selbst befinden oder aus der Luft zugeführt werden müsse[150]). Dasselbe sei auch bei der Gärung von Vegetabilien der Fall.

Von irrigen Voraussetzungen über das Wesen der Elastizität der Gase ausgehend, kommt er im 7. Kapitel[151]) auf eine Reihe richtiger Versuche und Beobachtungen. Als ausgemacht nimmt er an, daß die Luft einige zur Entstehung des Feuers durchaus notwendige Teile (die er sonst Spiritus Nitro-aereus genannt habe) enthalte und daß diese beim Verbrennungsprozeß verzehrt würden, wodurch die Luft sich nunmehr zur Unterhaltung des Feuers gänzlich untauglich erweise. Dies erhärtet er durch einen hübschen Versuch[152]). In einem durch Glasglockensturz über Wasser abgesperrten Luftraume läßt er ein Licht brennen, bringt es nach nicht allzulanger Zeit durch Eintauchen in das Wasser zum Verlöschen und gestattet mittels eines in den Luftraum ragenden, gebogenen Röhrchens das Entweichen der gepreßten Luft (aer compressus), letzteres, damit das Flüssigkeitsniveau innen und außen gleichbleibe. Er ist sich bewußt, daß hierdurch

das nun erfolgende Aufsteigen des Wassers innerhalb der Glasglocke teilweise verursacht wird, doch sei dies nicht die einzige Veranlassung. Das innerhalb der Glocke verbrennende Licht nehme die Teilchen des Spiritus Nitro-aereus aus dem Luftraume weg, so daß sie mit der äußeren atmosphärischen Luft nicht mehr im Gleichgewichte sei. Durch folgendes Experiment mit demselben Apparate wird dies bestätigt. Er bringt eine leicht brennbare Substanz (Kampfer, woran mit Schwefel imprägnierter Zunder befestigt war) in den eingeschlossenen Luftraum, stellt das Wasserniveau vermittels des gebogenen Röhrchens innen und außen auf gleiche Höhe, schöpft dann vom äußeren Wasser so weit ab, daß das innere Wasserniveau höher steht, bringt das Ganze in ein größeres, mit Wasser gefülltes Glasgefäß und läßt nun das durch Berührung mit den Händen warm gewordene Luftvolumen auf seinen früheren Stand zurückgehen. Durch angeklebte Papierstreifen bezeichnet er den Wasserstand innerhalb der Glasglocke und bringt nun den Zunder-Kampfer und das Licht durch Brennlinsenhitze zur Entzündung. Nach dem Temperaturausgleiche des Luftrückstandes fand Mayow den inneren Wasserstand über dem signierten Niveau und das Volumen um etwa den dreißigsten Teil geringer als vorher [153]). Es gelang ihm nicht, die Kerze mittels der Linse nochmals zu entzünden, was ihm zu beweisen schien, daß die Luft durch die Verbrennung der ersten Kerze, ihres Sauerstoffes bis zum gänzlichen Unvermögen einer weiteren Unterhaltung der Flamme beraubt worden sei.

Zur weiteren Bestätigung seiner irrigen Hypothese über die Elastizität der Luft führt Mayow eine Reihe einwandfreier und wichtiger Beobachtungen über die Analogie zwischen dem Atmungs- und Verbrennungsprozeß an. Ein unter einer Glasglocke (über Wasser) eingesperrtes Tierchen verursache eine Kontraktion des abgesperrten Luftvolumens. Diese Raumverminderung, gemessen nach dem Ersticken des Tierchens, könne durch Wasser festgestellt werden, das man erstens bis zu dem bezeichneten Standpunkte der Glocke, unmittelbar nach dem Einbringen des Tierchens, und zweitens bis zur Marke nach dem Ersticken desselben im Glase auffülle, vorausgesetzt, daß man alles im Glase Vorhandene unverändert darin belasse. Die Luft werde in ihrer Elastizität und an Umfang um so viel vermindert, als der erste gemessene Raum größer als der zweite sei. Auf diese Weise hätte er bei verschiedenen Tierversuchen eine Abnahme der Luft um $^1/_{14}$ beobachtet. Aus diesen Versuchen gehe unzweifelhaft hervor, daß die Luft durch die tierische Respiration ebenso wie durch das Ver-

brennen ihrer elastischen Kraft beraubt werde, daß die Tiere und das Feuer dieselben Luftteilchen verbrauchten[154]), was noch der folgende Versuch beweise. Ein zugleich mit der brennenden Kerze in den abgeschlossenen Luftraum eingesperrtes Tierchen könne nicht viel mehr als die Hälfte der Zeit Atem holen, als es sonst gelebt hätte. Nicht der Rauch der Kerze sei hieran etwa schuld, zumal das Tierchen auch nach Erlöschen der Flamme und Verziehen des Rauches noch lebe. Mit dem letzteren Umstande habe es folgende Bewandtnis. Zur Verbrennung der Kerze sei stets Ueberfluß an hinzuströmendem Spiritus Nitro-aereus erforderlich. Sobald diese Luftteilchen, wie dies im abgeschlossenen Luftraume der Fall sei, nur sparsam und langsam zur Flamme hinzukämen, verlösche die Kerzenflamme auch gleich. Für die Tiere sei dagegen auch ein geringer Teil dieses luftigen Lebensprinzipes (pabuli aerei) genügend. Darum lebe das Tierchen auch noch auf Kosten der nach Verlöschen der Kerzenflamme übrig gebliebenen Luftteilchen, und sterbe nicht eher, als bis diese gänzlich durch Atmen verbraucht wären. Hierin liege der Grund, warum die Kontraktion des Luftvolumens, worin ein Tierchen erstickt wäre, mehr als zweimal so viel ausmache, als die eines Raumes, worin eine Flamme erloschen sei.

Mayow erkennt, daß bei der Verbrennung und dem Atmen eine Luft zurückbleibe, die zur Unterhaltung dieser Prozesse durchaus untauglich sei. Er nimmt die atmosphärische Luft als zusammengesetzt an. Seine Vorstellung ist jedoch durchaus mechanischer Natur. Er ist darin hauptsächlich von der mechanischen Anschauungsweise Descartes' beeinflußt. Er sieht die Luft als aus biegsamen, verzweigten und zwischen diese eingelagerten, harten, elastischen Luftteilchen (Spir. Nitro-aer.) bestehend an. Die Volumabnahme bei der Verbrennung und Respiration erkläre sich dadurch, daß die harten Teilchen des Spiritus Nitro-aereus bis zu einem gewissen Grade zusammengedrückt und verbogen würden, wodurch die Elastizität der Luft teilweise zurückgehe. Man hat hier den Eindruck, daß Mayow über diese Vorstellung sich selbst noch nicht ins klare gekommen ist. Das hebt er aber sehr richtig nochmals hervor, daß im Salpeter die Luft nicht als solche, sondern nur deren feinere, wirksamere und feurigere Bestandteile enthalten seien.

Warum tritt die Luft zum Feuer? fragt sich Mayow. Er glaubt, daß die bei der Verbrennung ihrer dichten Teilchen des Spiritus Nitro-aereus beraubte Luft durch die umgebende Luft in die Höhe getrieben werde. Als einer der ersten wohl beobachtet er, daß der aus den

Lungen ausgeatmete Luftrest (bei seiner Versuchsanstellung wurde die Kohlensäure vom Sperrwasser absorbiert) leichter ist als die atmosphärische Luft. Er bewundert in poetisch-schwungvollen Worten die göttliche Vorsehung, die in weiser Voraussicht die Einrichtung getroffen habe, daß die ihrer salpeterluftigen Teilchen und ihres Lebensprinzipes beraubte Luft [aer particulis nitro-aereis, spirituque vitali privatus [155])] durch den Druck der übrigen Luft in die Höhe getrieben werde und frische Luft an ihre Stelle treten könne. Nach seiner Ansicht werde die in die Höhe getriebene, zum Atmen untaugliche Luft dort mit frischen Teilchen des Spiritus Nitro-aereus gesättigt [156]), und in letzter Linie stammen letztere von der Sonne her.

Was Mayow schon im Jahre 1668 in seiner Abhandlung „De Respiratione“ über den Atmungsvorgang bewiesen, legt er nun in dem (8.) Kapitel: „De Spiritu Nitro-aereo quatenus ab Animalibus hauritur“ [157]) mit größerer Sicherheit dar. Seine zur Ansicht der damaligen Physiologen gegensätzliche Behauptung, daß die Luftteilchen beim Atmen in die Blutmasse übergingen und dort ihres Spiritus Nitro-aereus beraubt würden, findet er durch folgenden Versuch bestätigt. In eine birnenförmige Glasglocke bringt er ein Querstäbchen, hängt daran (nach Umstülpen der Glocke) ein glasiertes kleines Gefäß, das bis zur Hälfte mit Salpetersäure gefüllt ist, und befestigt mittels eines Bindfadens ein Bündel von Eisenstückchen derart um das Querstäbchen, daß es durch Nachlassen oder Anziehen des Fadens von außen, in die Salpetersäure eintauchen bezw. aus derselben herausgehoben werden kann. Die so vorbereitete Glocke bringt er in eine mit Wasser gefüllte Wanne, stellt vermittels eines in den Glasglockenluftraum hineinragenden gebogenen Röhrchens Innen- und Außenniveau des Wassers gleich, schöpft vom Außenwasser so viel ab, daß das Innenniveau einige Zoll höher als draußen steht und markiert nach dem Temperaturausgleich den Wasserstand in der Glasglocke. Er läßt nun das Eisenbündel in die Salpetersäure tauchen, bis der abgeschlossene Raum mit dem entwickelten Gase gefüllt ist, entfernt das Bündel aus der Säure und läßt erkalten. Er findet dabei eine Kontraktion von $^1/_4$ des ursprünglichen Luftvolumens [158]). Ebenso nun, wie von diesen gärenden Dämpfen aus der Salpetersäure und Eisen die Elastizität der Luft vermindert werde, müsse die Blutmasse (eine stark gärende Feuchtigkeit) die Luft durch Aufnahme des Spiritus Nitro-aereus aus derselben teilweise ihrer Elastizität berauben. Mayow sucht weiter zu beweisen, daß beim Atmungsvorgange der Spiritus Nitro-aereus der Luft in den Lungen von der Blutmasse aufgenommen werde; daß ähnlich, wie Kiese beim

Uebergange in Vitriole sich erhitzten, auch hierbei eine mit Wärmeentwicklung verbundene Gärung erfolge; daß die bei Tieren infolge stärkerer Bewegung beobachtete erhöhte Wärme, in der erhöhten Aufnahme der Partikeln jenes Spiritus Nitro-aereus und in der damit verbundenen stärkeren Atmung und stärkeren Gärung im Blute ihre Ursache finde; endlich, daß die hellere Farbe des arteriellen Blutes durch Verbindung der Nitro-aereus-Partikeln mit dem dunkleren venösen Blute zu stande käme.

Nachdem Mayow bisher gezeigt, auf welche Weise die Luft „verdorben" werden könne (deperditur), untersucht er (9. Kapitel)[159]), ob sie nicht aufs neue wieder darstellbar sei. Zu diesem Zwecke taucht er in ein mit verdünnter Salpetersäure gefülltes Gefäß ein anderes Glasgefäß mit der Oeffnung nach unten so tief ein, daß es fast mit der Flüssigkeit gefüllt wird. In die Oeffnung des Glasgefäßes (Flasche) bringt er zwei bis drei Eisenkügelchen. Er beobachtet die Entstehung von „Dämpfen", die sich nicht kondensieren (halitibus nunquam condensandis). Dasselbe erfolge auch mit Schwefelsäure und Eisen. Ob diese in dem Glasgefäße angesammelte Luft gemeine Luft sei oder nicht, könne man nicht ohne weiteres entscheiden. Tatsächlich verhalte sie sich aber bezüglich ihrer Elastizität wie gemeine Luft. Verschieden sei sie von dieser, weil Tiere in derselben nicht leben könnten. Mayow erhielt also in dem ersteren Falle Stickstoffoxyd, das er in dem oben erwähnten Versuche zur Luftanalyse unbewußt angewandt hatte[160]). Bei dem anderen Versuche (Schwefelsäure + Eisen) hatte er Wasserstoff in Händen. Hätte er, wie Priestley bei seinen Arbeiten über Gase es stets tat, diese Luftart mit einer brennenden Kerze untersucht, so wäre er sofort auf die Brennbarkeit derselben aufmerksam geworden.

Es würde zu weit führen, die übrigen, äußerst interessanten chemischen und physiologischen Arbeiten Mayows zu verfolgen. Die im vorhergehenden betrachteten Ansichten und Versuchsanstellungen dieses hervorragenden Forschers dürften genügen, um seine Anschauungen kennen zu lernen. Die Klarheit und Richtigkeit seiner Schlußfolgerungen, die auch durch stellenweis irrtümliche und inkonsequente Auslegungen an Wert nicht allzuviel beeinträchtigt werden können, wirken überraschend. Sie muten manchmal geradezu modern an. Und doch sollten sie, für etwa ein ganzes Jahrhundert lang, der Vergessenheit anheimfallen.

Mayows Ideen finden unter seinen Zeitgenossen wenig Anklang. Boyle, auf dessen Versuche unser Autor häufig zurückgreift, scheint die Arbeiten Mayows wenig günstig beurteilt zu haben, obwohl er sicherlich bemüht gewesen sein muß, in dieselben einzudringen. Wenn er den Namen Mayows auch nirgends in seinen Schriften anführt, so ist es zweifellos auf Mayow und den Arzt Th. Willis[161]) zu beziehen, wenn er in seinen 1674 erschienenen „Tracts“[162]) das für die Verbrennung und das Leben erforderliche unbekannte Etwas in der Luft, in seiner jedoch noch skeptischen Art, für „eine in der Luft verbreitete flüchtige Substanz, flüchtigen Salpeter oder eine andere unbekannte siderische oder unterirdische Substanz“ [diffused through the air, whether it be a volatile nitre, or (rather) some yet anonimous substance, sydereal or subterraneal] erklärt. Ueberzeugt ist er aber hiervon auch später nicht, da die Existenz eines Salpeters von dieser flüchtigen Beschaffenheit in der Luft durch die Verfechter dieser Lehrmeinung durch keinen Versuch sicher bewiesen wäre[163]).

Daß trotz pünktlichen Erscheinens von Auszügen aus den Mayowschen Arbeiten in den Philosoph. Transact. (Nr. 41, S. 833; Nr. 105, S. 101), diese Ideen nicht zur allgemeinen Kenntnis und Geltung gelangen sollten, daran war — nach der Ansicht Donnans[164]) — Boyle etwas schuld. Im Einklange damit meint Ramsay, daß Boyle „in einem Alter von 52 Jahren zweifellos seine eigene, fest gegründete Meinung hatte und ärgerlich war, daß sie durch die, wenn auch gut begründeten spekulativen Betrachtungen eines so jungen Mannes zerstört werden sollte“[165]).

Im Gegensatze zu den rein chemischen und physikalischen Ansichten fanden Mayows physiologische Lehrmeinungen eher Verbreitung, wenn auch hier keine rechte Anerkennung zu verzeichnen ist. Hierüber suchten zu Ende des 19. Jahrhunderts Richard Lubbock[166]), G. D. Yeats[167]) und A. N. Scherer[168]) genaue Ermittlungen anzustellen. Lubbock, der die „Verdienste dieses großen Naturforschers, des Keplers, vielleicht des Newtons unter den Scheidekünstlern“ in ihrer Würdigung als gerecht empfindet, weist darauf hin, daß unter den von ihm angeführten älteren Schriftstellern einige „nur als Freunde Mayows, aber nicht als Verteidiger seiner Meinungen betrachtet werden müssen“. Daß Mayows „chemische Physik“ weniger Beachtung gefunden habe, wäre darin begründet, „daß Stahls Theorien sehr bald ins Publikum kamen, deren Urheber sich mehr auf eine warme Einbildungskraft, als auf die Uebung der Urteilskraft durch mühsame Induktionen oder sorgfältige Forschungen zu berufen wußte“. Yeats,

der vollkommen davon überzeugt ist, daß Mayows Schriften sich mit beträchtlicher Schnelligkeit in Europa verbreitet hätten, findet jedoch, daß diese gar nicht in dem Sinne ihres Autors verstanden worden seien. Fast alle Schriftsteller, die Mayow erwähnten, verwechselten seine Feuerluftteilchen mit den Salpeterteilchen[169]). Darum eben, weil sie Mayow nicht oder aber mißverstanden hätten, seien dessen Meinungen von einigen Autoren verworfen worden, während andere wiederum ihm Ideen zugeschrieben hätten, an die Mayow selbst nie gedacht habe. Mayows „Physik" sei in einem Zeitalter erschienen, das sich durch eine Anzahl großer Gelehrter, Boyle, Newton, Lower, Willis u. a., ausgezeichnet habe, in einem Zeitalter, wo die Physiker mit der Untersuchung der Newtonschen und Cartesiusschen Lehren und die Scheidekünstler mit der Stahlschen Theorie vollauf beschäftigt gewesen wären. Für den in jungen Jahren verstorbenen Forscher könnte es kaum möglich gewesen sein, solche Schwierigkeiten mit Erfolg zu überwinden, selbst wenn dessen Theorie noch so wahr und sein System noch so fest gefügt sein mochte. Mayow hätte unmöglich einen Verteidiger finden können, „der kühn genug war, mit Theorie und Versuchen eines anderen die Flut allgemein angenommener Meinungen dämmen zu wollen", und es sei kaum wahrscheinlich, „daß viele ihren literarischen Ruhm werden aufs Spiel haben setzen wollen, um Lehren in Schutz zu nehmen, welche eine allgemeine Mißbilligung zu erfahren schienen". Dies sei die Ursache, weshalb Mayows Meinungen erst mehrere Jahre nach seinem Tode die Aufmerksamkeit der wissenschaftlichen Welt auf sich gezogen hätten. Wenn nun von einzelnen hervorragenden Naturforschern jener Zeit die Werke dieses Mannes mit Bewunderung gelesen worden seien, so habe man seine Ideen jedoch nicht so weit zu begreifen vermocht, „daß sich ein System daraus hätte ableiten lassen. Zu dergleichen wissenschaftlichen Fortschritten war der Geist des Zeitalters noch nicht reif, und so geschah es, daß Mayows Theorien sich in der großen Masse streitiger Lehren verloren"[167]).

Mayow hatte, wie wir eben gesehen, nicht bloß die Existenz des Sauerstoffes vorausgeahnt, sondern auch seine durchgreifende und wesentliche Bedeutung für die Verbrennung, für die Respiration, für die Metallverkalkung, für die Säurenatur vollauf erkannt und ihn darum als den wichtigsten Grundstoff in der Natur ausgesprochen[170]). Was Boerhave so lebhaft gewünscht[171]), daß dieses unbekannte Etwas in der Luft entdeckt werden möge, ging durch Priestleys und Scheeles unabhängig voneinander gemachte Entdeckung[172]) des

Sauerstoffes in Erfüllung. Der Spiritus Nitro-aereus Mayows war endlich gefunden.

Wer vermochte nun den Zusammenhang zwischen der Priestleyschen bezw. Scheeleschen Entdeckung und der Mayowschen Voraussagung festzustellen? Diese Frage ist vom historischen Standpunkte aus von wichtigem Interesse, da sie uns den Ausgangspunkt für die Rehabilitierung Mayows zeigt. Sie ist, abgesehen von undeutlichen und versteckten Andeutungen, bis heute nicht zutreffend beantwortet worden.

Priestley machte seine Entdeckung 1774, Scheele 1777[173]) bekannt. Die Schrift Scheeles wurde im Jahre 1780 von J. R. Forster ins Englische übersetzt[174]). Hier führt der Uebersetzer in einer Note aus, daß Mayows Spiritus Nitro-aereus (den er, wie auch Haller, irrig als in der Luft schwebenden Salpeter auffaßt) wohl in der „dephlogistisierten Luft" (Sauerstoff) Realität angenommen habe. Er wirft die Frage auf, ob Mayow denn seine Theorie so wenig überzeugend durch Experimente gestützt habe, daß ihm nicht der geringste Anteil an der Entdeckung der dephlogistisierten Luft zugesprochen werden könne? Es sei auf jeden Fall sehr merkwürdig, daß eine solche Vorausahnung durch eine Reihe von gründlichen Versuchen von seiten zweier Forscher ihre Bestätigung gefunden habe, Männern, die von Mayow sicher keine Kenntnis gehabt hätten.

Es ist Forster das Verdienst zuzusprechen, daß er als erster auf Mayow in diesem Zusammenhange hingewiesen hat. Durch diese seine Betrachtung wurde die Aufmerksamkeit der Forscher auf die Mayowschen Ideen gelenkt, wie sich aus dem folgenden ergibt.

Zwei Jahre später schon beschäftigt sich Jonathan Stokes in seiner „Dissertatio Inauguralis, De Aere Dephlogisticato"[175]) an mehreren Stellen mit Mayow von diesem Gesichtspunkte aus. Später (1801) erwähnte er[176]), daß er auf Mayows Schriften durch „eine Aeußerung des englischen Uebersetzers von Scheeles Abhandlung über Luft und Feuer, der, wie er glaube, der verstorbene gelehrte Naturforscher Reinhold Forster gewesen wäre, aufmerksam gemacht" worden sei.

Christian Ehrenfried Weigel, der verdienstvolle Uebersetzer der Lavoisierschen Schriften, gab 1784[177]) einen ausführlichen Auszug der Mayowschen Schriften. Aus der Stelle: „Mayow hat, teils geradezu, teils bei Gelegenheit anderer Untersuchungen, die Luft sehr zum Gegenstande seines Nachdenkens gemacht, und da ein neuerer, in der Folge zu gedenkender Schriftsteller geradezu hat dar-

tun können, daß er unter seinem salpeterluftigen Geiste (Spiritus Nitro-aereus) Herrn Priestleys u. a. dephlogistisierte Luft verstanden habe, so darf ich einen Auszug seiner Aeußerungen hier nicht weglassen“ [178]), aus dieser Stelle geht unzweifelhaft hervor, daß er durch Forsters Note zum Studium der Mayowschen Schriften angeregt worden war. „Dieser in der Folge zu gedenkender Schriftsteller“ ist, obwohl Weigel diesen in der Folge nicht[179]) erwähnt, eben kein anderer als Forster[180]). Weigel, einer der umfassendsten Literaten seiner Zeit, mußte demnach die Forstersche Uebersetzung in Händen gehabt haben.

Wiewohl Johann Andreas Scherer[181]), der in Oesterreich (und Deutschland) am meisten für die Würdigung Mayows eintrat, nachweislich[182]) schon 1782 dessen „Tractatus quinque“ gekannt hatte, wurde er aber erst durch Weigels Hinweis auf die umfassenden Gesichtspunkte und die wahre Bedeutung des Mayowschen Systems aufmerksam, denn erst im folgenden Jahre (1785)[183]) merkt er an, daß Mayow „eines besonderen, im Luftkreise befindlichen Wesens, das zur Erhaltung des tierischen Lebens und des Feuers notwendig ist, und das mit der von Dr. Priestley entdeckten dephlogistisierten oder brennstoffleeren Luft viel ähnliches hat“ Erwähnung tut. In einem späteren (1793) Werke weist er unter den Autoren, die auf Mayow wieder aufmerksam gemacht hätten, auf Weigel an erster Stelle hin. Es geht nun daraus hervor, daß Scherer nur in Kenntnis der Weigelschen Quelle, wo der Name Forsters nicht erwähnt ist, jene Note nicht gekannt hat und darum auch nicht weiß, daß jener Forster zuerst den Zusammenhang zwischen der Mayowschen Vorausahnung und der Priestley-Scheeleschen Entdeckung begriffen hatte.

Nach dem Vorangegangenen kann darüber kein Zweifel bestehen, daß Forster den ersten Anstoß zur „Wiederentdeckung“ Mayows gegeben hat. Schon vom Ende des 18. Jahrhunderts bis in die neueste Zeit hinein verwirren sich jedoch die Angaben der verschiedenen Autoren über diesen Punkt. Bald wird Beddoes[184]), bald Weigel[185]), bald Blumenbach[186]), bald Scherer[187]) angeführt, von denen jeder als erster die Arbeiten Mayows wieder hervorgeholt haben sollte. Forster ist an solchen Stellen nirgends namhaft gemacht.

Die „Wiederbelebung“ Mayows vollzog sich nun in folgender Weise. 1785 wies Blumenbach[188]) in wenigen Worten auf Mayow hin. Erst 1790, also 10 Jahre nach Forster, beschäftigt sich der erwähnte Beddoes[189]) öffentlich mit Mayow, indem er in einem Briefe an Edmund Goodwyn seinen Gedanken über unseren Autor Ausdruck verleiht und dessen Werke in einem Anhange in kritischer

Auswahl prüft. Beddoes, der Blumenbachs Anmerkung zitiert, äußert sich über Forster, ohne dessen Namen zu nennen, sehr geringschätzig[190]). Er ist der Ansicht, daß niemand durch die „Note" jenes Uebersetzers (Forsters) zum Studium der Mayowschen Werke angeregt worden ist — wie wir gesehen haben, ist er im Irrtum. Direkt oder indirekt hat er diese Anregung auch Forster zu verdanken! 1793 läßt J. A. Scherer — der nach seiner eigenen Angabe erst Ende 1792 von dem Beddoesschen Werke erfuhr, als seine Schrift schon vollendet war — seinen „Beweis" erscheinen. In der „Encyclopédie Méthodique" wendet sich Fourcroy[191]) gegen Beddoes mit den Worten: „. . . Dr. Beddoes faisoit sonnet la trompette de la résurrection sur Mayow . . ." Nach etwa 3 Jahren (1799) publiziert er hiervon einen Auszug in den „Annales de Chemie"[192]), worauf dann Beddoes in einem Briefe an Nicholson[193]) berichtigende Erklärungen gibt. Der französische Gelehrte — führt er aus — erteile dem Engländer (Mayow) zwar großes Lob, doch begehe er in der Schätzung von dessen Ansichten wesentliche Irrtümer, und es habe den Anschein, als ob er (Fourcroy) weder Mayows Plan gefaßt, noch den Geist, von welchem jener zeige, begriffen hätte. Würde Fourcroy gewußt haben, daß jener Autor in seinem 27. oder 28. Jahre[138]) gestorben sei, so würde er wohl nicht behauptet haben, daß der Faden in dessen Händen gerissen sei und er nur die Laufbahn geöffnet habe. Was über die Ursache von Boyles Popularität gesagt sei[194]), erscheine unbegründet.

Ein Jahr vorher (1798) beschäftigt sich G. D. Yeats in einem Werke[195]), worin er die Geschichte der pneumatischen Chemie von Pythagoras bis auf Mayow behandelt, sehr eingehend mit Mayow und dessen Schicksal. Auch Samuel Latham Mitchill[196]), der „Nestor of American science", erörtert diese Frage in dem Sinne, wie ein Mann samt seinen glänzenden Entdeckungen und Werken sowohl in seinem Vaterlande als außerhalb desselben in weniger als hundert Jahren so sehr vergessen werden konnte, daß weder Franklin dessen Erklärung der Wasserhose, noch Scheele dessen Entdeckung der dephlogistisierten Luft, noch Girtanner dessen Erklärung der Muskelbewegung, noch ein anderer die Bemerkungen jenes Autors über das Atemholen und den Zustand der ungeborenen Leibesfrucht und des noch nicht ausgebrüteten Hühnchens kennen gelernt hätten.

Wenn nun auf Lubbocks und Yeats Ausführungen hin (siehe weiter oben) Jonathan Stokes in einer längeren Betrachtung[197]) seine Ansicht von 1782 völlig umstößt und von der Bedeutung Mayows

nichts wissen will, so bemerkt hiergegen A. N. Scherer sehr richtig, daß Mayow nach solcher Auffassung „noch mehr als Lavoisier hätte leisten müssen. So bestimmt, wie Herr St. (Stokes) es verlange, konnte sich Mayow freilich nicht alles erklären“ [198]).

Nach einem Zeitraume von rund 100 Jahren hatte man endlich die Lehren Mayows und ihren Urheber zu würdigen gelernt. Von dem Zeitpunkte, wo Forster hierzu den Anstoß gegeben, bis heute hat das Interesse für diesen hervorragenden Forschergeist, „den Kepler, vielleicht den Newton unter den Scheidekünstlern“ [166]), „den ersten Antiphlogistiker, und im 16. Jahrhunderte der Chemie beinahe das, was Lavoisier der Chemie geworden“ [199]), nicht nachgelassen, was in zahlreichen Abhandlungen [200]) zum Ausdrucke kommt.

Hat nun Lavoisier diesen seinen Vorläufer gekannt? Hat er dessen Schriften Anregungen zu verdanken? Hat sich Lavoisier jemals über Mayow geäußert? Das sind Fragen, deren Beantwortung jetzt versucht werden soll.

Lavoisier hatte, dem ersten Teile seiner „Opusculus physiques“ nach zu schließen, umfassende Studien über Luft, Luftarten u. s. w. getrieben. In seinem historischen Rückblick [32]) hat er aber, wie schon Chr. Ehrenfr. Weigel, sein Uebersetzer, bemerkt (a. a. O.), „manche der älteren Abhandlungen, die ihm nicht unbekannt gewesen sein konnten“, dort, wo es seinen Ruhm etwa hätte verkleinern können, sicherlich „mit Fleiß übergangen“. Wenn man es auch nicht direkt nachweisen kann, so läßt sich unter Berücksichtigung des wenig einwandfreien Verhaltens Lavoisiers in anderen ähnlichen Fällen, mit einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit schließen, daß er die Mayowschen Ideen gekannt haben muß. Es wäre zu viel behauptet, wenn man sagen wollte, daß er aus den Schriften Mayows sein System geschöpft hätte [201]). Dazu waren die Wege dieser beiden Forscher zu verschiedenartig. Anregungen muß er jedoch wohl hieraus empfangen haben.

Nach 1780, wo sich das Interesse den Schriften Mayows zuzuwenden begann, mußte nun Lavoisier auf alle Fälle auf Mayow aufmerksam gemacht worden sein. Der in London lebende Portugiese Magelhaens, der Lavoisier über Verschiedenartiges stets auf dem laufenden hielt, dürfte ihn wohl sicherlich unterrichtet haben. Die Stelle aus einem Briefe Magellans an Madame Lavoisier, also lautend: „Quand, après les découvertes de Lavoisier, on lui opposa

Mayow, dont il n'avoit jamais entendu parler, il chargea son ami Magellan, qui habitait Londres, de lui procurer les oeuvres du savant anglais. Magellan s'adressa en vain à tous les libraires de Londres; il lui fut impossible de trouver une exemplaire des oeuvres de Mayow"[202]), diese Briefstelle steht mit den Tatsachen im Widerspruch, da dieses Werk in dem damaligen Kataloge der Royal Society[203]) enthalten war und überhaupt nicht etwa zu den Seltenheiten gehörte[204]).

Wenn man bedenkt, mit welch unglaublicher Unverfrorenheit Lavoisier die Entdeckungen einiger seiner Zeitgenossen für sich beanspruchte, wie sehr er bestrebt war, seinen Ruhm zu heben — was z. B. typisch auch aus der Stelle hervorgeht: „Diese sonderbare Erscheinung, daß eine sehr flüchtige Substanz (C_2H_5OH), deren Bestandteile beim Verbrennen sich zerstreuen lassen, doch ein Residuum oder vielmehr ein Produkt liefert, welches mehr wiegt, als sie selbst, ist bisher allen Physikern entgangen, war auch völlig unerklärbar, ehe man wußte, daß die Lebensluft beim Verbrennen in den Körpern fixiert werde, ein Umstand, dessen Entdeckung ich mir glaube zuschreiben zu können"[205]) —, so wird man mit der Behauptung nicht fehlgehen, daß Lavoisier abgeneigt war, jemand neben sich wiedererstehen zu sehen, mit dem er etwa den Ruhm seiner Entdeckungen hätte teilen müssen. So wird er auch in diesem Falle, auch nachdem er sicherlich von Mayow gehört hatte, durch einfaches Stillschweigen sich der Unannehmlichkeit entzogen haben, Mayow, wenn auch nur als Vorläufer, anerkennen zu müssen. Wir werden bald sehen, wie sehr er sich bei Jean Rey, der nicht im entferntesten an ihn heranragt, in geharnischten Worten gegen eine Anerkennung sträubt.

VI. Jean Rey.

Bis in das scholastische Zeitalter hinein erhielt sich die Ansicht der alten Philosophen, daß der Verbrennungsprozeß eine unter Ausscheidung von elementarer Feuermaterie erfolgende Zerstörung gewisser Art sei, obwohl viele Beobachtungen vorlagen, die für die Notwendigkeit des Luftzutrittes deutlich sprachen. Die hierauf fußende Phlogistontheorie baute diese Anschauung bekanntlich weiter aus, in dem Sinne, daß die bei Verbrennungs- oder Verkalkungsvorgängen erforderliche Luft bloß zur Aufnahme eines aus den brennbaren Stoffen ent-

weichenden Etwas, des Phlogistons, dienen sollte, daß ihr also lediglich eine passive Rolle zuzuschreiben sei.

Der erste Scholastiker, der im Gegensatze zu diesen Anschauungen die Verbrennungs- und Verkalkungsprozesse als synthetische Vorgänge auffaßte, war ein französischer Arzt, Jean Rey[206]). Veranlaßt durch eine briefliche Anfrage[207]) von seiten eines Apothekers Brun in Bergerac, machte er die Frage, warum Metalle beim Verkalken an Gewicht zunehmen, zum Gegenstand einer eingehenden Untersuchung, als deren Resultat er im Jahre 1630 eine Schrift herausgab[208]). In der Vorrede erklärt er, daß er dieser Frage „einige Stunden intensiven Nachdenkens“[209]) gewidmet habe. Wenn er in dem Glauben, die richtige Erklärung gefunden zu haben, seine Untersuchungen bekannt gebe, so sähe er die Gefahr voraus, daß er in den Ruf eines Verwegenen komme, wo er gegen althergebrachte, von den meisten Philosophen seit Jahrhunderten anerkannte Theorien verstoße. „Aber wenn es gilt, eine als richtig erkannte Wahrheit auszusprechen, ist Schüchternheit nicht am Platze“[209]). Er glaube jedenfalls der Oeffentlichkeit durch Herausgabe dieser seiner Schrift zu nützen, selbst wenn dieselbe seinem Rufe nicht allzuförderlich wäre.

Von den 28 Kapiteln dieser Schrift beschäftigen sich die ersten 15 mit einleitenden Gesichtspunkten. Er sucht nachzuweisen, daß alle Materie unter dem Himmel Schwere besitze (1. Kapitel). Die vier Elemente[210]), in höherem oder geringerem Maße mit dieser Eigenschaft ausgestattet, verdankten dieser ihren Platz in der Natur. Denn die den ganzen Raum unter dem Himmelsraume erfüllende Materie sei stufenweise dem Erdmittelpunkte genähert worden, zuerst das schwerste Element, die Erde, dann das dieser an Gewicht am nächsten kommende Element, das Wasser, hierauf die Luft und schließlich, als das leichteste Element, das Feuer. Den Begriff der „Leichte“ müsse er unbedingt verwerfen (2. Kapitel). Wenn er ihn trotzdem gebrauche, so sei es nur, um die Beziehung eines Stoffes von geringerem Gewichte zu einem solchen von größerer Schwere zum Ausdrucke zu bringen. „Was aus dem Schatten würde, wenn es keine Körper gäbe, das geschieht mit der von Natur aus erfolgenden Bewegung nach oben, wenn wir die Leichte anerkennen“ (3. Kapitel)[211]). Wasser steige zwar sofort in die Höhe, wenn Erde in dasselbe eingeworfen werde, jedoch nicht infolge einer ihm eigentümlichen Leichte, vielmehr durch Verdrängung von seiten der schwereren Erde. Luft und Feuer seien in diesem Sinne ebenso als schwer zu bezeichnen und bewegten sich von Natur aus nach unten (4. Kapitel). Die Schwere der Luft

folge aus verschiedenen Tatsachen. So könne kein Pfahl aus dem Erdboden herausgezogen, kein noch so tiefer Brunnen ausgeschöpft werden, ohne daß die Luft sofort den nun fehlenden Raum einnehme. Dies könnte man ebenso vom Feuer erweisen, wenn man mit ihm ebenso wie mit Luft zu operieren in der Lage wäre. Doch wäre es bei der Aehnlichkeit der Wesensarten dieser beiden Stoffe angängig, das von der Luft Erwiesene auch auf das Feuer zu übertragen. Wenn man einen beiderseits offenen Kanal vom Erdmittelpunkt bis hinauf in die Region des Feuers hätte, der mit den vier Elementen in ihrer natürlichen Aufeinanderfolge ausgefüllt wäre, und man nun die als unterste Schicht vorhandene Erde entfernte, würde das Wasser ihre Stelle einnehmen und seinen Platz wiederum der Luft überlassen, der schließlich das Feuer folgen müßte. Nach Entfernen der nun zu unterst befindlichen Wasserschichte würden Luft und Feuer entsprechend nachrücken, so daß bei Fortsetzung dieses Spieles schließlich das Feuer den ganzen Raum des Kanales bis zum Erdmittelpunkte ausfülle, da eben alles entfernt wurde, was dieses Element hierin zu behindern vermöchte. Dieser Vorgang sei aber nicht aus der Ursache erfolgt, um keinen leeren Raum aufkommen zu lassen. „Denn es ist ganz sicher, daß das Leere, das das Nichts ist, keinen Platz in der Natur finden wird“ [212]). Die Ursache dieser Erscheinung sei lediglich die Wirkung der verschiedenen Schwere jener Elemente.

Rey erklärt nun (im 6. Kapitel): „Mein Hauptbestreben war bisher, jedermann davon zu überzeugen, daß die Luft Gewicht besitzt; denn ich behaupte, daß sie die Ursache der Gewichtsvermehrung beim Verkalken von Zinn und Blei ist“ [213]). Bevor er aber darauf näher eingeht, wie dies erfolgt, stellt er noch einige Ueberlegungen an. Die Erkennung des Gewichtes einer Sache könne entweder durch Vernunftschlüsse oder mit Hilfe der Wage erfolgen. Auf ersterem Wege sei er zur Annahme der Schwere bei allen Elementen geführt worden, und ebenso müsse er jene alte Lehre umstoßen, wonach bei der Transmutation eines Elementes [214]) in ein anderes das Gewicht zu- oder abnehme, je nachdem Verdünnung oder Verdichtung erfolge. Die Schwere sei eben derart innig mit der Ursubstanz der Elemente vereint, daß sie davon nicht getrennt werden könne. „Das Gewicht jedes einzelnen Teiles liegt mit ihm schon in der Wiege, und er trägt es mit sich bis zur Bahre. Das Gewicht ist stets das gleiche, gleichgültig an welchen Ort, in welche Form oder auf welches Volumen die Materie gebracht wird“ [215]). Auf Grund spekulativer Erwägungen findet er seine Annahme bestätigt. Er neigt überhaupt dazu, das Stu-

dium der Schwere eher durch Vernunftschlüsse als durch die Wage zu bestimmen (8. Kapitel). Letzterer Weg sei nämlich grob und nicht ohne Täuschung. Der Irrtum, daß die Luft kein Gewicht habe, rühre eben daher, daß das Wägen gewöhnlich in der Luft, zuweilen auch in Wasser vorgenommen werde, und nun kein Element in seinem eigenen Medium Schwere zeige. Wenn er nun beweisen wolle, daß die dem Kalk von Zinn oder Blei sich beimischende Luft es sei, die deren Gewichtszunahme verursache, und die Feststellung der Zunahme eben mittels der Wage in der Luft geschehe, so müsse er diesen Widerspruch beseitigen (9. Kapitel). Er behaupte darum, daß die Luft in ihren Teilchen verändert und an Gewicht vermehrt werden könne, und daß diese derart veränderten Luftteile durch Wägen in der gewöhnlichen Luftsphäre dem Gewichte nach bestimmt würden. Diese mit Gewichtsvermehrung verbundene Veränderung der Luft könne entweder durch Zumischen irgend eines anderen, schwereren Stoffes oder durch Verdichten ihrer Teilchen oder aber durch Trennung von ihren weniger schweren Bestandteilen erfolgen. Von diesen drei Möglichkeiten entschließt sich Rey für die zuletzt angeführte. Nach seiner Ansicht wird nämlich Luft (ebenso wie alle übrigen Stoffe) durch Hitzewirkung in feinere und schwerere Teile geschieden. Wenn das Feuer, wie er bewiesen zu haben glaube, beim Erhitzen der Luft darin Teile verfeinere und abscheide, so gehe diese Scheidung notwendigerweise mit einer Verdichtung und Gewichtszunahme des Rückstandes Hand in Hand (14. Kapitel).

Nach diesen vorangegangenen Erklärungen gibt er nunmehr (im 16. Kapitel) die „Förmliche Antwort auf die gestellte Frage, warum Zinn und Blei beim Verkalken an Gewicht zunehmen", mit den Worten:

„Die Gewichtszunahme kommt von der Luft; sie wurde im Gefäß durch die intensive und lange währende Einwirkung der Ofenhitze verdichtet, schwerer und anhaftend gemacht; sie vermischt sich mit dem Kalk (wozu das häufige Rühren verhilft) und hängt nun fest an dessen kleinsten Teilchen. Wie der Sand schwerer wird, wenn man ihn mit Wasser durchrührt, und dabei ein inniges Gemenge entsteht, so ist auch dieser Vorgang aufzufassen" [216]).

In den folgenden Ausführungen widerlegt Rey die Ansichten einiger Autoren über die Ursache dieser Gewichtszunahme. Nicht das Schwinden der himmlischen Hitze, die dem Blei Leben verleihe, oder der Tod des letzteren, vermehre das Gewicht beim Verkalken, wie Cardani[217]) glaube; auch die von Scaliger[218]) angenommene Ver-

zehrung der im Blei vorhandenen luftigen Teile durch das Feuer (18. Kapitel) sei nicht die Ursache hiervon, ebensowenig wie der von Caesalpinus[219]) erwähnte Ruß (19. Kapitel). Daß diese Gewichtszunahme nicht vom Gefäße (20. Kapitel), nicht von Dämpfen der Kohle (21. Kapitel), nicht von einem flüchtigen Salze der Kohle (22. Kapitel), nicht von einem flüchtigen Merkursalz (23. Kapitel) und nicht von einer durch den Kalk angezogenen Feuchtigkeit (24. Kapitel) herrühre, beweist Rey in schlagender Weise durch die Tatsache, daß Antimon beim Verkalken mittels eines Brennglases, trotz des Verlustes durch Verdampfen, doch an Gewicht zunehme. Die Ursache hiervon sei nichts anderes als „die Luft, die durch die Sonnenstrahlen erhitzt wurde, dicker und schwerer geworden ist, sich unter den Kalk mischt und dessen kleinsten Teilen anhaftet“[220]). Dies bestätige auch seine Ansicht von der Zunahme des Gewichtes bei Zinn und Blei, da durchaus kein Unterschied zwischen der Gewichtszunahme des Antimons und der jener Metalle bestehe.

Daß der Kalk auf solche Weise nicht bis ins Unendliche durch fortwährend verdickte Luft an Gewicht vermehrt werden könne, sei einfach darin begründet, daß der Kalk diese Luft nur bis zu seiner Sättigung aufnehmen könne, was auch in dem Wachsen des Gewichtes nur bis zu einem gewissen Punkte zum Ausdrucke komme (26. Kapitel). Nach einer Erörterung, warum andere Kalke und Aschen nicht an Gewicht zunähmen (27. Kapitel), widerlegt er noch Bruns Angabe, daß Blei nicht ebenso wie Zinn beim Verkalken Gewichtsvermehrung zeige (28. Kapitel), und beschließt mit den Worten:

„Die Arbeit war mein,
„Der Nutzen dem Leser,
„Gott allein der Ruhm“[221]).

Jean Rey hat also vor Torricelli und Otto von Guericke die Schwere der Luft als unbedingt feststehende Tatsache erkannt. Dies allein schon ist ihm als hohes Verdienst anzurechnen. Seine Ausführungen über die Ursache der Gewichtszunahme der verkalkten Metalle sind zwar nicht einwandfrei, doch tragen sie den Keim zur richtigen Erklärung in sich. Seine Gesichtspunkte haben zwei prinzipielle Fehler, was wir aus einer kurzen Betrachtung seiner Anschauung sofort erkennen werden. Er behauptet zunächst, daß alle Stoffe, sowohl einheitliche als zusammengesetzte, durch Erhitzen sich in leichtere und nach Entweichen dieser in zurückbleibende schwerere Teile scheiden. Die auf solche Weise veränderte Luft hinterlasse einen schwereren, klebrigen Anteil, der den verkalkten Stoffen anhafte. Das Gewicht

dieser anhaftenden klebrigen Luft käme beim Wägen in der gewöhnlichen Luft durch die größere Dichte zur Geltung. Durch Anhaften an den Kalk bis zu einem gewissen Grade, als dieser eben bis zur Sättigung in sich aufzunehmen vermöge, beobachte man eine bestimmte Gewichtsvermehrung bis zu einem gewissen Punkte.

Der erste prinzipielle Denkfehler liegt also in der Annahme, daß die Wärme jeden Stoff in leichtere und schwerere Teile scheidet. Rey hat die Luftverdünnung durch Erhitzen irrig gedeutet. Der zweite prinzipielle Irrtum ist in seiner Ansicht ausgedrückt, daß die Luft als solche, wenn auch im verdickten Zustande, sich an den Kalk (nicht an das Metall!) anhänge und daß hierdurch das Gewicht desselben vermehrt werde. Rey erkannte nicht, daß der Metallkalk nichts anderes ist als eine Verbindung von seinem Metalle mit der Luft.

Trotz dieser Irrtümer muß man mit Hermann Kopp[222]) erklären, daß das Reysche Werk „ein Muster ausgezeichneter Untersuchung aus der damaligen Zeit ist, und die erste Annäherung zur besseren Erklärung einer Erscheinung, deren richtiges Verständnis später auf das ganze System der Chemie reformierend einwirkte". In diesem Sinne ist Rey zweifellos als Vorläufer Lavoisiers anzusprechen.

Reys Anschauungen blieben von der Mit- und Nachwelt unbeachtet, bis einige Autoren, wie Jac. Reinb. Spielmann[223]), M. de Bordeu[224]), M. J. Corvinus[225]), M. Sage[226]) in ihren Schriften seiner Erwähnung taten. Er wäre jedoch ebenso wie seine wenig verbreitete Schrift völlig in Vergessenheit geraten, wenn nicht Pierre Bayen in einem Schreiben an den Abbé Rozier[227]) die Aufmerksamkeit auf ihn gelenkt hätte. Im Jahre 1777 veranstaltete dann M. Gobet[228]) einen Neudruck der Reyschen Schrift und fügte dieser Ausgabe einige Briefe (Reys an den Pater Mersenne, an den Apotheker Brun, sowie die Antwortschreiben) und erklärende Anmerkungen hinzu. Chr. Ehrenfr. Weigel lieferte bald einen ausführlichen Auszug[229]), und in neuerer und neuester Zeit bemühten sich verschiedene Autoren[230]), diesem scharfdenkenden und seiner Zeit vorauseilenden Manne seinen verdienten Platz in der Geschichte anzuweisen.

Reys Vergessenheit geht auf dieselben Ursachen zurück, wie wir es schon bei John Mayow dargelegt haben. Seine Zeit war einfach nicht reif dazu! Das Tatsachenmaterial war zu wenig ausreichend für die Erhärtung seiner Anschauung. Fällt doch die erste Kenntnis der Luftarten in ein späteres Zeitalter. Er war außerdem nicht be-

strebt, auf Grund seiner Ansichten neue Tatsachen aufzufinden. „Eine auf zwanzig Fakta gegründete Theorie soll deren dreißig erklären, und führt zur Entdeckung der zehn anderen. — Wenn ein Autor sich darauf beschränkt, die zwanzig bekannten Fakta anzuführen, und nun inne hält, so scheint uns sein Gedanke eine unzeitige Frucht ohne Leben. Daraus entspringt jene gänzliche Vergessenheit, der man sie übergibt“ [231]).

Es erübrigt sich die Frage, ob Lavoisier die Anschauungen dieses seines Vorläufers gekannt hat [232]), eine Frage, die ich an einer anderen Stelle bereits zu beantworten versucht habe [233]). Bis zum Jahre 1775, dem Zeitpunkte, wo Bayen durch seinen oben erwähnten Brief die Aufmerksamkeit der gelehrten Welt auf das seltene Werk dieses Mannes gelenkt hatte, dürfte dies wohl kaum der Fall gewesen sein. Dann muß aber Lavoisier entschieden von der Reyschen Schrift Kenntnis genommen haben, umsomehr, als 1777 der Gobetsche Neudruck erschienen war. Die Stelle in seiner Abhandlung „Bemerkungen über das Phlogiston. Eine Entwicklung der 1777 bekannt gemachten Theorie des Verbrennens und Verkalkens“ [234]), wo er nach Hinweis auf seine zur Erklärung der Verbrennungs- und Verkalkungserscheinungen gerichteten Versuche, ausführt: „So überzeugend auch die Versuche waren, worauf ich mich stützte, so fing man doch, wie gewöhnlich, an, zuerst die Fakta in Zweifel zu ziehen, hierauf fanden einige, die gern das Publikum überreden, alles Neue sei nicht wahr oder alles Wahre sei nicht neu, die ersten Keime dieser Entdeckung in einem sehr alten Schriftsteller. Ohne die Authentizität des Werkes zu prüfen, von welcher man sich bemüht hat, jetzt eine neue Auflage zu liefern, habe ich doch mit einigem Vergnügen gesehen, daß ein unparteiisches Publikum urteilte, eine unbestimmte, nur hingeworfene Behauptung, durch keinen Versuch unterstützt, um die sich kein Gelehrter bekümmerte, könne nicht verhindern, daß man mich nicht als den ersten Entdecker der Ursache, warum die Metalle beim Verkalken an Gewicht zunehmen, ansehen sollte“, diese Stelle bezieht sich zweifellos auf Rey und die Gobetsche Neuausgabe der Essays.

Trotzdem finden wir in keiner einzigen Publikation, in keinem Werke Lavoisiers den Namen Reys erwähnt. Nur in den nach seinem Tode erschienenen, unvollständig gebliebenen Mémoires de Chimie Bd. II, S. 78 [235]) nimmt Lavoisier zu dieser Frage deutlicher Stellung [236]): „J'ignorois alors ce que Jean Rey avoit écrit à ce sujet en 1630; et quand je l'aurois connu, je n'aurois pu regarder son opinion à cet égard, que comme une assertion vague, propre à faire

honneur au génie de l'auteur, mais qui ne dispensoit pas les chimistes de constater la vérité de son opinion par des experiences." J. G. Children[237]) dürfte aber nicht ganz im Unrecht sein mit seiner Ansicht, daß Lavoisier Rey gegenüber dasselbe Verhalten wie gegen Priestley bei der Entdeckung des Sauerstoffes beobachtet habe, wenn er auch mit der Vermutung zu weit geht, daß die Gobetsche Ausgabe der Reyschen Essais auf Veranlassung Lavoisiers selbst oder seiner Anhänger aus dem Buchhandel verschwunden und dadurch sehr selten geworden wäre.

VII. Schlußwort.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß die Chemie als Wissenschaft schon vor Lavoisier bestanden hat. Stahl war es, der durch seine Phlogistontheorie den Grund zu dieser Wissenschaft gelegt hat. Er ist der erste Reformator der Chemie.

Stahl hatte seine Idee des Phlogistonprinzipes aus den Becherschen Werken geschöpft. Er unterläßt es nicht, dies mehrfach und ausdrücklich hervorzuheben. „Becheriana sunt quae profero!" betont er; die „Physica subterranea" Bechers steht er nicht an, bald als ein „opus sine pari" zu rühmen, bald als „primum hactenus et princeps" u. ä. hervorzuheben. Eine würdige Art, wodurch seine eigene Größe sich in umso hellerem Lichte abhebt. Wie ganz anders ist dagegen in dieser Hinsicht das Verhalten Lavoisiers, des zweiten und größeren Reformators der Chemie. Wichtige Entdeckungen und Versuchsergebnisse seiner Zeitgenossen, die er für die Entwicklung seiner Anschauungen in genialer Weise zu verwerten weiß, nimmt er einfach für sich als eigene Entdeckungen in Anspruch. Die ihm früher oder später bekannt gewordenen Lehrmeinungen gleichzeitiger oder älterer „Vorläufer" erwähnt er bei keiner Gelegenheit, aus Furcht, daß sein eigener Ruhm verkleinert werden könnte. Dagegen ist er in vielen Fällen sehr darum bemüht, sich die Ehre der ersten Entdeckung irgend einer Tatsache oder Anschauung nicht entgehen zu lassen.

Hatte Stahl aus dem ihm zur Verfügung stehenden Tatsachenmaterial ein chemisches Lehrgebäude errichtet, und erwies sich das Fundament dieses Gebäudes im Verlaufe der Zeit zum Tragen weiterer Bauansätze als zu schwach, so brachte Lavoisier durch heftige Vorstöße diesen Bau zum Einsturze und führte aus seinen Trümmern

und aus den seither von anderen wissenschaftlichen Arbeitern aufgestapelten Baumaterialien, auf breiterer und sicherer Grundlage, nach einem umfassenderen Plane ein modernes Lehrgebäude auf. Hatte Lavoisier das Phlogiston, das Fundament des Stahlschen Lehrgebäudes, in einem förmlichen Gerichtsverfahren vernichtet, so wirft dies auf seine wissenschaftliche Auffassung ein eigenartiges Licht[238]).

Gleichzeitig und vor Lavoisier war von einem Bayen, einem Lomonossow, Mayow und Rey der Grund zu einem solchen Lehrgebäude gelegt, waren Pläne und Skizzen zur Bauausführung geliefert worden. Ging der erstere zu langsam zu Werke, so daß er erst in Anfängen war, als Lavoisier bereits seinen Aufbau zu erheblicher Höhe gebracht, so hatten die anderen einfach kein Material, um einen solchen Bau wirklich auszuführen. Diese gleichsam über die Grundmauern nicht hinausragenden Lehrgebäude blieben unbeachtet, bis durch die Lavoisiersche Schöpfung die Aufmerksamkeit auf sie gelenkt wurde. Und Lavoisier, der Bayens Plan sicher benutzt, der von den mehr oder weniger reifen Skizzen jener anderen Männer Kenntnis erhalten hatte, wollte seinen Ruhm nicht mit diesen seinen Vorläufern geteilt sehen. Er wollte das ganze Werk als sein eigenes, als ein ausschließlich und allein aus seinen eigenen Kräften heraus vollbrachtes angesehen wissen.

Es ist darum — um im Bilde zu bleiben — Lavoisier einem Baumeister zu vergleichen, der aus fremdem Baumaterial, und wohl auch an der Hand fremder Pläne und Skizzen, ein großes Gebäude nach eigener konstruktiver Auffassung ausführt und dieses sowohl in Hinsicht des Materials als auch in bezug auf planmäßige Ausgestaltung als sein völliges Eigentum anerkannt sehen will. Trotz seines genialen Werkes wirft diese seine Eigenart starke Schatten auf seinen wissenschaftlichen Charakter, die keine oratorische Schönfärberei zu beseitigen vermag.

Mit Kopp „fühlt man peinlich die Verpflichtung, in die Schilderung eines wissenschaftlichen Charakters, welcher so viel Licht bietet, auch die Schatten eintragen zu müssen, die leider nicht fehlen; die Geschichtsschreibung legt jedoch diese Verpflichtung auf, und sich ihr entziehen, wäre gleichbedeutend damit, zu schmälern, was anderen zukommt“ [111]).

Lebenslauf.

Ich, Max Speter, geboren am 1. April 1883 zu Bistritz in Siebenbürgen als Sohn des weil. Spiritusfabrikdirektors Johann Speter und seiner Ehefrau Anna, geb. Dollberg, mosaischer Religion, besuchte bis zu meinem 17. Lebensjahre das humanistische Gymnasium meiner Vaterstadt.

Nach Erlangung des Reifezeugnisses gab ich mich an den Technischen Hochschulen zu Budapest, Hannover und München chemisch-technischen Studien hin. In Hannover bestand ich 1903 die „Diplom-Vorprüfung", in München 1904 die „Diplomprüfung", worauf ich an letzterer Hochschule den Grad eines „Diplomingenieurs" erlangte.

Im Jahre 1904/1905 war ich kurze Zeit am „Deutschen Museum" zu München als wissenschaftlicher Hilfsarbeiter beschäftigt. Später volontierte ich in dem Laboratorium der Raaber Melassespiritus- und Pottaschefabrik (Ungarn), nachdem ich vorher bei der Firma Dr. Bender & Dr. Hobein in München eine merkantile Stellung inne hatte.

Oktober 1906 an der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin immatrikuliert, assistierte ich seither im Wissenschaftlich-chemischen Laboratorium Berlin N.

Die Promotionsprüfung bestand ich am 3. März 1910.

Ich besuchte die Vorlesungen und Übungen der Herren Dozenten: Entz, Ilosvay, Jonás, Kürschák, Rauscher, Schmidt, Schuller in Budapest; Behrend, Dieterici, Eschweiler, v. Hanstein †, Kiepert, Klein, Ost, Precht †, Rinne, Rodenberg, v. Roessler, Runge, Seubert in Hannover; Lintner, Lipp, Rohde, Schultz in München; R. J. Meyer, Rosenheim in Berlin.

Allen diesen Herren bin ich zu Dank verpflichtet.